
VITTORIO EM. III


FONDO PIZZOFALCONE
NAZIONALE
B. Prov.
XIII
33
BIBLIOTECA
VITT. EM. III
NAPOLI
TECA PROVINCIALE
Palchetto
Num.° d' ordine 44
1 - A. 6

# MANUEL
# CHRONOMÉTRIQUE.

COLONNE DE LA PLACE VENDÔME



Il n'est rien qui, du tems, n'éprouve le ravage.
Le bois se pulvérise, et le fer se dissout.
Le tems, sur l'airain même, imprime son outrage;
Et profane, ou sacré, son pouvoir détruit tout.

# MANUEL

# CHRONOMÉTRIQUE,

## OU PRÉCIS

DE CE QUI CONCERNE LE TEMPS, SES DIVISIONS, SES MESURES, LEURS USAGES, ETC.

Publié

Par ANTIDE JANVIER,

HORLOGER-ORDINAIRE DU ROI, DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BESANÇON, DE LA SOCIÉTÉ R. ACAD., DE L'ATHÉNÉE DES ARTS, etc.

Prima quæ vitam dedit hora carpsit.
HORAT.



A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE FIRMIN DIDOT,
IMPRIMEUR DU ROI ET DE L'INSTITUT,
RUE JACOB, N° 24.

1821.

# A MESSIEURS

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BESANÇON

Laboribus omnia.

MESSIEURS,

En m'associant à votre corps, vous m'avez donné le droit de compter sur votre indulgence : je la crois permanente, puisque j'ose vous dédier ce livre. En faire hommage à l'élite de NOS CONCITOYENS, à ceux qui honorent leur patrie par des travaux utiles aux sciences, à la perfection des arts et au soulagement de l'humanité, c'est le mettre en même temps sous la sauve-garde du patriotisme éclairé, de la vertu bienfaisante et du courage

utile; c'est encore placer l'auteur à l'ombre de la bienveillance publique..... Puissé-je la mériter par ma vive reconnaissance et le profond respect avec lequel j'ai l'honneur d'être,

MESSIEURS,

Votre dévoué concitoyen,

A. JANVIER.

Paris, juin 1821.

# AVERTISSEMENT.

Percurram brevi.

Je publiai ce volume à la fin de 1810, sous le titre d'*Etrennes chronométriques* pour l'an 1811; et le calendrier qui l'accompagnait fit confondre un livre de tous les temps, dans la foule d'almanachs qui paraissent aux premiers jours de janvier, auxquels se borne le règne des étrennes.

Réimprimé en 1815 avec quelques modifications et le titre de *Manuel*, etc., qui lui convient mieux sous plusieurs rapports, le débit de cette édition, épuisée depuis long-temps, m'a laissé la confiance de croire que je m'étais concilié l'indulgence du public par des corrections de son goût.

Je conviens sans peine que l'on a pu me faire de justes reproches, et j'ai cru devoir en prévenir un autre qui me serait bien plus sensible, celui d'avoir employé trop de temps aux sciences dont ce recueil suppose au moins les premiers élémens.

Je ne crois pas avoir besoin d'apologie à cet égard auprès des personnes qui seront disposées à me juger sans prévention; car il est bien rare que la vie de ceux qui se sont ren-

dus maîtres de leur art, ne présente pas des intervalles remplis par des études d'inclination, toujours profitables à leurs travaux accoutumés.

Éloigné de toute vaine prétention, je répète ici que j'ai puisé dans les ouvrages les plus estimés, et n'ai mis d'autres bornes à mes extraits et citations que celles de mes livres, pour remplir le cadre préparé par un artiste célèbre.

On trouvera dans cette 3e édition des changemens assez remarquables pour n'avoir pas besoin de les indiquer en détail, et entre autres sur le calendrier, la chronologie, la gnomonique, l'isochronisme des ressorts spiraux dans les montres marines, etc.

J'ai fait graver trois nouvelles planches avec toutes les figures nécessaires pour l'intelligence des principes constitutifs d'une pendule à équation par les causes qui la produisent; pour l'analyse de plusieurs tentatives du mouvement perpétuel, propres à faire sentir l'illusion des personnes qui s'occupent de cette chimère, et pour la construction de la méridienne du temps moyen.

Enfin, des additions intéressantes, un grand nombre de corrections, et quelques tables d'un usage facile contribueront encore, je l'espère, à désarmer les censeurs.

# MANUEL
# CHRONOMÉTRIQUE.

## PREMIÈRE PARTIE.

*Des Divisions naturelles du Temps.*

### ARTICLE PREMIER.

*De la nature du Temps, etc.*

Le temps, par sa nature ou par l'idée primitive que tout le monde y attache, est égal et uniforme; il est pour nous l'impression que laisse dans la mémoire une suite d'événemens dont nous sommes certains que l'existence a été successive. Si l'on veut connaître la juste quantité du temps écoulé, il faut donc avoir recours au mouvement des corps, puisque nous n'avons pas d'autres moyens de juger des intervalles successifs, ni de les comparer entre eux. Ainsi la mesure du temps suppose le mouvement, le mouvement suppose l'espace; et pour le prouver, il suffit de marcher. La présence du temps se fait perpétuellement sentir; tout est soumis à ses lois; la destruction et la reproduction des êtres s'opèrent dans le temps; son cours rapide nous entraine avec lui... Le moment où je parle est déja loin de moi.

Puisque le temps s'écoule nécessairement d'une manière constante et uniforme, le mouvement le plus propre à lui servir de mesure doit être celui qui de sa nature est simple et uniforme; en un mot, ce doit être celui qui, étant une fois imprimé à un corps, s'y conserve, et lui fait parcourir dans des temps égaux des espaces égaux, et par conséquent décrire des périodes égales. On est unanimement convenu de faire usage, pour cet objet, du mouvement du soleil dont les retours au méridien et au même équinoxe, ou au même solstice, forment les jours et les années.

## ARTICLE II.

### *De l'Année.*

La nature et l'étude de l'astronomie ont donné aux hommes les divisions du temps par jours, semaines, mois et années. Si l'on remonte aux siècles les plus éloignés, on voit que l'on ne comptait que par des jours, ensuite que par des mois lunaires de trente jours; on n'eut long-temps d'autre mesure chez tous les peuples du monde, même chez les Égyptiens. L'année solaire était trop longue pour être aperçue aussitôt et aussi facilement que le retour des lunaisons ou des phases de la lune. Cet astre, en changeant tous les jours, d'une manière sensible, le lieu de son lever et de son coucher, en variant sans cesse sa figure, et recommençant ensuite un nouvel ordre de changemens tout semblables, offrait une règle publique et des nombres faciles sans le secours de l'écriture, des calculs, des dates, des almanachs: les peuples trouvaient dans le ciel un avertissement perpétuel de ce qu'ils avaient à

faire; les familles, nouvellement formées et dispersées dans les campagnes, se réunissaient sans méprise au terme convenu de quelques phases de la lune. Suivant le rapport de Cook, les habitans de l'île de Taïti comptent encore par lunes.

Dans l'Écriture sainte, ce que l'on a traduit par année s'appelait *min*, jours, c'est-à-dire assemblage de jours (Costard, *Hist. of Astr.*, pag. 45); suivant d'autres, le mot hébreu *Shanah*, d'où l'on a tiré le substantif que nous traduisons par année, ne signifie que *iteravit*, et peut s'appliquer à toute espèce de période; le mot grec Μήνη, qui signifie la lune, paraît venir du mot hébreu ou chaldéen *manah*, *numeravit*, *supputavit*. (*Voyez sur cette année d'un mois*, Diod., liv. I, p. 22, édit. de 1603; Varron, cité par Lactance, *Inst.*, lib. II, cap. 13, p. 169, *édit.* de 1748; Pline, *lib.* VII, cap. 48, et *lib.* XVI, *cap. ult.* sur les années des Gaulois.)

Les travaux de l'agriculture dépendant de la vicissitude des saisons, et les premiers habitans de la terre s'étant aperçus qu'elles venaient des différentes situations du soleil, par rapport à eux, ils s'attachèrent bientôt à connaître le nombre de jours, l'espace de temps que cet astre emploie à revenir au même point du ciel : cet intervalle, que les astronomes déterminèrent ensuite avec précision, fut nommé par eux *année solaire* ou *astronomique*.

La durée de l'année, déduite de la comparaison des équinoxes observés par Hipparque, est, suivant Lalande, de 365 jours 5 heures 48′ 48″ (*Mém.* 1782, pag. 249). Ptolémée supposait 55′ 12″; Copernic, 49′ 16″ 23‴ 1/2 : c'est la durée de l'année employée dans le calendrier grégorien. Flamsteed et Newton trouvaient 57″ 1/2; Halley, 55″; Mayer, 51″;

La Caille, 49″ (*Mém.*, 1757). On trouve encore 48″ 1/2, en comparant le résultat des observations de la Hire, calculées par La Caille.

En déterminant la durée de l'année par le mouvement séculaire du soleil, cent années moyennes vaudront 36524$^{j.}$, 226396593684, et l'année 365$^{j.}$, 242264, ou 365$^{j.}$ 5$^{h.}$ 48′ 51″, 6. M. Delambre estime que cette durée ne doit guère différer de 365$^{j.}$ 5$^{h.}$ 48′ 50 ou 51″.

Mais cette durée moyenne est trop longue pour notre siècle et les suivans. Par un milieu entre les 400 ans qui commencent à 1800, l'année moyenne, pendant quatre siècles, ne serait que de 365$^{j.}$ 5$^{h.}$ 48′ 37″. (*Connais. des Temps*, 1799, p. 318.)

Les années civiles et communes sont, comme on sait, de 365 jours, excepté une de quatre en quatre, de 366 jours, qu'on nomme *année bissextile*.

Jules-César fut l'auteur de cette addition d'un jour tous les quatre ans; il voulut faire correspondre les années civiles aux années astronomiques, ensorte qu'en la même saison l'on comptât les mêmes mois, et qu'on pût dire que le printemps arrivait toujours au même temps de l'année. (*Voyez* Censorinus, cap. 10; Suétone, dans la *Vie de César;* Dion Cassius, liv. XLIII; Solinus, *chap.* 3; Macrobe, *Saturn.*, liv. 1, *ch.* 14.)

César étant à-la-fois dictateur et pontife, ce soin le regardait principalement. Pour s'en acquitter avec plus d'exactitude, il fit venir *Sosigènes*, mathématicien d'Égypte, qui s'occupa sérieusement de ce travail. Il fit sentir à César qu'on ne pouvait établir une forme constante dans les années, à moins qu'on n'abandonnât la lune pour s'en tenir aux mouvemens du soleil. En conséquence il fut ordonné,

l'an de Rome 708 (1), qu'à chaque quatrième année, les six heures négligées dans chacune des précédentes, formeraient un trois-cent-soixante-sixième jour, qu'on nommerait *intercalaire* ou *bissextile.*

Le jour intercalaire fut placé après le 23 février, ou le septième des calendes de mars, et avant le régifuge, fête instituée en mémoire de l'expulsion de Tarquin, qui se célébrait le VI des calendes : ce jour, au lieu d'être le 24, se trouvait alors le 25; et le 24, qui était le jour intercalaire, s'appelait *bis sexto calendas martias*, parce que le jour du régifuge conservait son nom de *sexto calendas.*

Par cet expédient, l'année civile, fixée à 365 jours 6 heures, se trouva différer de l'année solaire seulement de 11′ 12″ en excès. Cette erreur, quoique imperceptible, produisait environ un jour en cent trente-quatre années; ensorte que, depuis la correction de César jusqu'à l'an 1582, où le pape Grégoire XIII fit une nouvelle réforme dans le calendrier, les équinoxes avaient remonté au commencement des mois où ils se trouvent; et celui du printemps, autrement appelé l'*équinoxe pascal*, se rencontrait le 11 mars, au lieu de se trouver au 21 de ce mois, où le concile de Nicée l'avait fixé l'an 325.

Pour réparer ce dérangement, qui s'augmentait chaque année, et pour remettre les équinoxes dans la

(1) Ce fut dans les années 47 et 46 avant J. C. que se fit la réforme; et l'année 45, ou 4669 de la période julienne, fut la première année julienne régulière : l'équinoxe arriva le 25 septembre.

place déterminée par le concile, Grégoire XIII, d'après l'avis des plus habiles astronomes, sur-tout de Clavius, ordonna, par une bulle, que l'an 1582 on retrancherait les 10 jours d'erreur produits depuis le concile de Nicée, par l'excès des onze minutes de l'année julienne sur l'année solaire ou astronomique, et que l'on compterait le 15 octobre, lorsque l'on ne devait compter que le 5.

Et afin de prévenir une semblable erreur à l'avenir, il fut arrêté que dans l'espace de 400 ans, on retrancherait trois bissextiles; par conséquent les années 1700 et 1800 n'ont pas été bissextiles, et l'an 1900 ne le sera pas non plus, parce que 1600 l'a été.

En supprimant la bissextile à la fin de chaque siècle, pour la rétablir à la fin du quatrième, la longueur de l'année que cela suppose, est de $365^{j.}$, $\frac{97}{400}$, ou de $365^{j.}$,242500, plus grande que la véritable de $0^{j.}$,000236. Mais, si en suivant l'analogie de ce mode d'intercalation, on supprime encore une bissextile, tous les 4000 ans, ce qui les réduit à 969 dans cet intervalle, la longueur de l'année sera de $365^{j.}$, $\frac{969}{4000}$; ou de $365^{j.}$,242250, ce qui approche tellement de la longueur $365^{j.}$,242264 déterminée par les observations, que l'on peut négliger la différence, vu la petite incertitude que les observations elles-mêmes laissent sur la vraie longueur de l'année, qui d'ailleurs n'est pas rigoureusement constante.

## ARTICLE III.

### *Du premier jour de l'année.*

Il n'y a pas long-temps que le commencement de l'année est fixé d'une manière générale, comme

il l'est maintenant pour l'Europe, à quelques exceptions près. Les Grecs la commençaient au mois de septembre; les Romains, sous Romulus, au premier de mars, et ils avaient reçu cet usage des Étrusques; Numa la fixa au premier de janvier. Les Persans commencent l'année dans un temps qui répond à notre mois de juin; les Chinois au solstice d'hiver; les Mexicains, suivant d'Acosta, le 23 février, lorsque la verdure commence à paraître; les Mahométans, avec les astronomes, c'est-à-dire à l'équinoxe du printemps, le soleil entrant dans le bélier.

Parmi nous l'année commence au premier janvier depuis 1567. Sous la seconde race de nos rois, elle commençait à Pâques, après la bénédiction du cierge pascal; et dans certains endroits, elle commençait à l'Annonciation, c'est-à-dire le 25 de mars, à-peu-près comme chez les Hébreux, dont l'année ecclésiastique et civile commençait à Pâques (Exod. 12), quoiqu'ils eussent aussi une année solaire qui commençait au mois de septembre. (Lévit., chap. 23 et 25; Ézéch., chap. 40.)

La raison qui détermina les anciens pour le mois de janvier, fut qu'au solstice d'hiver, le soleil recommence à monter vers notre hémisphère boréal: ce commencement d'élévation et d'accroissement dans les jours leur parut devoir être l'époque du renouvellement de l'année.

Chez les Romains le premier et le dernier jour étaient consacrés à Janus: c'est pour cela qu'ils le représentaient avec deux visages (1). C'est d'eux que

---

(1) Le Janus des Romains, génie à quatre visages, por-

nous vient la coutume de souhaiter la *bonne année*. Non-seulement ils se rendaient des visites avant la fin du premier jour, ils se présentaient aussi des étrennes, *strenæ*, et offraient aux dieux des vœux pour leur conservation réciproque. Lucien, qui en parle comme d'une coutume très-ancienne, même de son temps, en rapporte l'origine à Numa.

## ARTICLE IV.

### *Du mois.*

On distingue trois sortes de mois; le solaire ou astronomique, le lunaire, et le civil ou usuel. Le premier, sur lequel se règle l'année, est le temps employé par le soleil à parcourir un signe du zodiaque; c'est-à-dire un peu plus de 30 jours.

Si l'on avait placé le commencement de l'année au solstice d'hiver, en faisant les trois premiers mois et les trois derniers de trente jours, le soleil entrerait dans chaque signe presque toujours le premier du mois, et chaque saison occuperait précisément trois mois; et comme le mois de janvier répond au signe que le soleil parcourt dans le moindre temps, ce serait celui-là qu'on ferait de 29 jours dans les années communes. (*J. des Sav.*, août 1776, janvier 1779.)

Le mois lunaire est ou périodique ou synodique.

---

tant les clefs du temps, ayant douze autels à ses pieds, pour représenter les douze mois, et le nombre 365 dans les mains, n'était autre chose que le génie de l'année, l'étoile qui ouvrait la marche du temps (*Journal des Savans*, janvier 1786).

Le périodique est le temps que la lune emploie à revenir au même point du ciel (1); le synodique est celui qui s'écoule depuis une nouvelle lune jusqu'à la suivante. Ce dernier, seul connu du peuple, est de 29 jours 12 heures 44' 3"; et comme ces fractions du jour auraient été fort incommodes dans la supputation ordinaire, on a supposé alternativement les mois lunaires d'un certain nombre de jours entiers, savoir : janvier, mars et les autres mois non-pairs de 29 jours; février, avril et les autres mois pairs de 30. Ceux-ci sont appelés *pleins*, et les autres *caves*.

Il reste encore 44 minutes ou près de 3/4 d'heure de plus à chaque révolution de la lune; ces minutes accumulées pendant trente-deux lunaisons, valent un jour entier qu'on ajoute à l'un des mois simples: c'est ainsi qu'on fait accorder les lunaisons du calendrier, avec celles qui sont marquées dans les tables astronomiques.

L'année composée de douze mois lunaires est de 354 jours; elle est, par conséquent, plus courte de onze jours que l'année solaire : ce surcroît, qu'on appelle l'*épacte*, accumulé pendant dix-neuf années, forme sept mois lunaires qu'on ajoute pendant le cours de ces dix-neuf ans, et que l'on nomme *mois embolismiques* ou *intercalaires*.

A l'égard du mois *civil* ou *usuel*, c'est celui qui est accommodé à l'usage de chaque peuple.

Jules César avait ordonné que les mois seraient alternativement de trente et de trente-un jours, savoir : janvier, mars et tous les mois non-pairs, de trente-un; avril, juin et les autres mois pairs, de

(1) 27j. 7h. 43' 4", 718329248.

trente, excepté février, qui, dans les années communes, ne devait avoir que vingt-neuf jours, et trente dans les années bissextiles. Cet ordre était fort commode; mais Auguste, ne voulant pas que le mois qui portait son nom fût inférieur à celui de Jules César, ou juillet, prit un jour au mois de février pour le donner à celui d'août.

Les Romains partageaient le mois d'une manière assez extraordinaire et fort incommode pour les calculs, par leurs *calendes*, leurs *nones* et leurs *ides*.

Les *calendes* étaient invariablement le premier jour du mois. Les *nones* étaient le 7 des quatre mois de mars, mai, juillet et octobre : elles étaient le 5 dans les autres mois. Elles portaient le nom de *nones* ou de *neuvièmes*, parce qu'elles étaient le neuvième jour compté depuis les *ides*, en rétrogradant. Ainsi les *ides* étant le 13 janvier, le 12 s'appelait *pridiè idus*, c'est-à-dire le jour avant les ides; le 11, *tertio idus*, le 3e avant les ides; le 10, *quarto idus*; le 9, *quinto idus*; le 8, *sexto idus*; le 7, *septimo idus*; le 6, *octavo idus*; le 5 était nones.

Les jours qui précédaient les nones se comptaient de même en rétrogradant; et les derniers jours du mois précédent se comptaient encore de même des calendes suivantes, par les mots *pridiè calendas*, *tertio*, *quarto*, *quinto*, *sexto*, etc., *calendas*.

Les ides étaient placées le 13 ou le 15, comme on le voit dans le tableau ci-joint. Ainsi, dès le lendemain des calendes, on comptait par nones, en commençant par 4 ou 6; le lendemain des nones on comptait par ides, en commençant par le 8; et le lendemain des ides on comptait des calendes prochaines, en commençant suivant les cas, par le 16, le 17, le 18 ou le 19.

| MOIS. | CALENDES. | NONES. | IDES. | NOMBRE DES JOURS. |
|---|---|---|---|---|
| Janvier.. | 1 | 5 | 13 | 31 |
| Février.. | 1 | 5 | 13 | 28 |
| Mars.... | 1 | 7 | 15 | 31 |
| Avril... | 1 | 5 | 13 | 30 |
| Mai.... | 1 | 7 | 15 | 31 |
| Juin.... | 1 | 5 | 13 | 30 |
| Juillet.. | 1 | 7 | 15 | 31 |
| Août... | 1 | 5 | 13 | 31 |
| Septemb. | 1 | 5 | 13 | 30 |
| Octobre. | 1 | 7 | 15 | 31 |
| Novemb. | 1 | 5 | 13 | 30 |
| Décemb. | 1 | 5 | 13 | 31 |

Cette méthode était bien barbare; mais il faut la connaître pour entendre une expression des calendriers modernes. Quand César réforma le calendrier romain, et qu'il établit l'année julienne de 365 jours 1/4, il régla que ce quart négligé trois années de suite, formerait un 366<sup>e</sup> jour à la quatrième année. Il plaça ce jour intercalaire en février, à la suite du 6<sup>e</sup> avant les calendes : au premier, on disait *sexto calendas;* au second, *bis sexto calendas;* l'année s'appela *bissextile*, et le nom est resté.

César était né le 4 des ides du mois *quintile;* après sa mort, Antoine, qui était son collègue dans le consulat, fit ordonner, par une loi, que ce mois

porterait le nom de Jules-César. Le mois *sextile* fut ensuite appelé *Augustus*, août, en vertu d'un sénatus-consulte, après la bataille d'Actium, non que cet empereur fût né dans le mois *sextile*, car le jour de sa naissance était le 23 septembre; mais dans le mois *sextile*, il était parvenu au consulat, il avait triomphé trois fois, conquis l'Égypte, terminé les guerres civiles; ce qui fut cause que le sénat, regardant ce mois comme le plus heureux de l'Empire d'Auguste, ordonna qu'à l'avenir on l'appellerait du nom de ce prince.

Néron voulut aussi donner son nom au mois d'avril; Domitien voulut appeler le mois de septembre *Germanicus*, et celui d'octobre *Domitien;* mais après la mort de ce tyran, non-seulement on arracha ses inscriptions, mais, en haine de sa mémoire, on changea les noms qu'il avait établis pour les mois de l'année.

## ARTICLE V.

### *De la semaine.*

L'usage de diviser le temps en semaines de sept jours est de la plus haute antiquité. Il paraît que les plus anciens peuples de l'Orient s'en sont servis (*Mém. de l'Acad. des Inscrip.*, tom. IV, pag. 65); il était d'ailleurs très-naturel, d'après les phases de la lune, qui ne se montre que pendant quatre semaines ou vingt-huit jours, que les premiers hommes suivissent cette division, car les phases changent à-peu-près tous les sept jours. Si l'on avait voulu faire des semaines de huit jours, on eût trouvé un excès de trois jours au bout du mois. Les années solaires de 365 jours se partagent, à un jour près,

en semaines de sept jours, au lieu qu'il y aurait eu cinq jours de reste si l'on eût fait les semaines de huit jours; ainsi l'usage des mois et des années paraît avoir dû entraîner celui d'une semaine de sept jours.

Peut-être aussi, dans ces temps reculés, composat-on la semaine de sept jours en l'honneur des sept planètes. Cela paraît d'autant plus vraisemblable, que chaque jour de la semaine porte le nom d'une de ces planètes. Ainsi Lundi, *Lunæ dies*, est le jour de la lune; Mardi, celui de Mars; Mercredi, celui de Mercure; Jeudi, celui de Jupiter; Vendredi, celui de Vénus; Samedi, celui de Saturne. Le nom du premier jour de la semaine est défiguré dans notre langue; mais la plupart de nos voisins en ont conservé l'origine. En anglais, par exemple, le Dimanche est appelé *Sunday*, ou jour du Soleil.

L'ordre des planètes, dans les jours de la semaine, venait de l'influence qu'on leur supposait sur les différentes heures du jour; le dimanche, au lever du soleil, la première heure était pour le Soleil; ensuite venaient Vénus, Mercure et la Lune, qui étaient supposés au-dessous de lui; puis Saturne, Jupiter et Mars, qui étaient au-dessus : par là il arrivait que le lendemain commençait par la lune; et voilà pourquoi le lundi fut placé à la suite du jour consacré au soleil. ( *Clavius in Sphæram.* )

Il est très-remarquable que la semaine, qui, depuis la plus haute antiquité dans laquelle se perd son origine, circule à travers les siècles, en se mêlant aux calendriers successifs des différens peuples, se trouve identiquement la même sur toute la terre, soit relativement à la dénomination de ses jours, réglée sur le plus ancien système d'astronomie, soit par rapport à leur correspondance au

même instant physique. C'est peut-être le monument le plus ancien et le plus incontestable des connaissances humaines : il paraît indiquer une source commune d'où elles se sont répandues.

Les Grecs furent long-temps les seuls qui ne divisèrent pas leurs mois en semaines de sept jours, mais en trois décades, usage qui était plus commode que la semaine, et que l'on a vainement tenté de renouveler dans le calendrier de la France.

L'avantage était que la période étant une aliquote exacte du mois de trente jours, le quantième de la décade avait un rapport sensible avec le quantième du mois. Ainsi le 7 d'une décade était nécessairement le 7, le 17 ou le 27 du mois, au lieu que le 5 d'une semaine peut être également un des 30 jours du mois, sans qu'on ait aucun moyen de le distinguer, à moins de se souvenir par quel jour a commencé le mois. Supposons, par exemple, qu'il ait commencé par un jeudi, qui est le 5 de la semaine, ce 5 de la semaine sera successivement le 1er, le 8, le 15, le 22 et le 29 du mois, toujours en augmentant de 7, ce qui peut aider à trouver les autres quantièmes, mais d'une manière moins simple.

## ARTICLE VI.

*Digression sur le sabbat et le dimanche.*

Les dieux, dit Platon, touchés de la pénible condition de l'homme, ont réglé certains jours pour son repos et pour le culte particulier qui leur est dû. L'on sait que la plupart des peuples de la terre ont distingué les jours en jours d'œuvre et jours de fête ou de repos. Mais c'est une grande question que de savoir en quel temps la fête du septième jour a

été instituée, et si elle existait avant la naissance de J. C. Quelques auteurs, fondés sur le deuxième chapitre de la Genèse, où il est dit que *Dieu bénit le septième jour et le sanctifia*, ont cru qu'elle avait été instituée dès le commencement du monde, et que cette fête n'était point particulière aux Juifs; mais il est prouvé que la véritable époque de l'institution du sabbat est au cinquième campement des Israëlites à Marah, c'est-à-dire immédiatement après le passage de la mer Rouge.

A l'égard de la seconde question, il est à croire que le jour du soleil, ou notre dimanche, a toujours été célébré par les Gentils; car, dans leur théogonie, les jours de la semaine étant attribués aux planètes, qui étaient des dieux pour eux, il est vraisemblable que le soleil devant être regardé comme le premier de tous, le jour qui lui était consacré devait être aussi distingué des autres.

Le dimanche a été substitué au sabbat par les Chrétiens. Selon Eusèbe, Constantin ordonna le premier que ce jour, qui commençait la semaine chez les Juifs et chez les Payens, comme il la commence encore parmi nous, serait célébré par tout l'Empire; il ne permit ce jour-là que le labeur de la terre.

L'abbé de Saint-Pierre, regardant la défense de travailler le dimanche comme une règle de discipline ecclésiastique, qui suppose à faux que tout le monde peut chômer ce jour-là sans s'incommoder; non content de remettre, en faveur des pauvres, toutes les fêtes au dimanche, voudrait qu'on leur accordât une partie considérable de ce jour pour l'employer à des travaux utiles, et pour subvenir par là plus sûrement aux besoins de leurs familles.

Il estime à plus de vingt millions par an le gain que feraient les pauvres par cette liberté de travail. On est pauvre, selon lui, dès que l'on n'a pas assez de revenu pour se procurer six cents livres de pain. A ce compte, *combien n'y a-t-il pas de pauvres parmi nous?* (*Voyez l'article* Dimanche, *dans l'Encyclopédie.*)

Ce que propose l'abbé de Saint-Pierre est en vue que l'indigent soit favorisé; mais, quand on supposerait que les ouvriers pussent travailler sans aucun relâche, il ne faut pas croire qu'il leur en reviendrait quelque profit. Les fruits de l'industrie et de la peine des hommes sont comme des denrées, dont le prix baisse en proportion de leur abondance. Ce serait donc le riche et non le pauvre qui profiterait de ce surcroît de travail.

Il faut de toute nécessité quelque délassement à l'homme : le repos dont il n'aurait pas joui le dimanche, il le prendrait un autre jour. Or il est fort utile pour l'ordre, et même pour la récréation des hommes, que le jour du repos soit le même pour tous : autrement, celui qui voudrait faire travailler choisirait souvent un jour que celui dont il aurait besoin aurait pris pour se reposer. Chez les ouvriers, les amis, les familles, etc., ne pourraient plus se réunir pour prendre leur délassement et leur récréation en commun; et l'on sait combien cela ajoute à la satisfaction et aux plaisirs des hommes, de les partager avec ceux qu'ils chérissent.

Ne faisons pas les maux plus grands qu'ils ne sont en effet. Ce ne sont pas ceux qui travaillent six jours de la semaine, qui sont malheureux et *ne vivent qu'à demi;* ce sont ceux qui ne veulent point s'occuper, ou qui, soit par leurs infirmités, par dé-

faut de talens, ou par d'autres causes ne le peuvent pas.

Eh quoi ! la condition de l'homme serait-elle si malheureuse, que ce fût trop d'un jour sur sept pour se délasser et jouir paisiblement de son être ? Ah ! loin de chercher à anéantir une institution aussi sage, admirons plutôt la bonté du souverain législateur, qui, en nous faisant une loi du repos dans l'institution du sabbat, ne l'étend pas seulement sur l'homme libre et sur l'esclave, mais sur les animaux même. « Vous vous occuperez (Exod., chap. 23, vers. 12) pendant six jours à vos différens ouvrages, mais vous les cesserez le septième, afin que votre bœuf et votre âne se reposent, et que le fils de votre esclave et l'étranger qui est parmi vous puissent prendre quelque relâche et même quelque divertissement. »

*Le sabbat étant fait pour l'homme, et non l'homme pour le sabbat* (saint Marc, chap. 2, vers. 27), nous ne devons pas en être esclaves : aussi manquons-nous sans scrupule au précepte, lorsqu'un besoin pressant le requiert pour certains travaux publics, par exemple dans le temps des moissons, etc.

Nous nous sommes sagement éloignés de cette austérité pharisaïque, qui, dans d'autres lieux, en Angleterre sur-tout, a fait interdire le dimanche tout divertissement, les jeux, les spectacles, et fait même défendre de chanter autre chose que des psaumes, etc. ; il est difficile de concevoir comment un peuple, qui se dit si fort au-dessus de ce que d'autres appellent *préjugés*, a pu consacrer un septième de ses jours à l'ennui.

## ARTICLE VII.

### *Du Jour.*

Le soleil étant l'objet le plus frappant de l'univers, il a été pris dans tous les siècles, et chez tous les peuples du monde, pour la mesure naturelle du temps; les jours marqués par ses apparitions ont été les premières portions de temps que l'on ait entrepris de compter. Dans la suite, les mois et les années ont servi à compter les temps éloignés, comme les heures ont été introduites pour subdiviser les jours.

L'intervalle qui s'écoule depuis un passage du soleil au méridien jusqu'à son retour au même cercle, est appelé *jour artificiel* par Macrobe, Riccioli, Bailly, etc. (1), et la durée de la lumière qui comprend seulement le temps que le soleil est sur l'horizon, *jour naturel;* mais il y a des auteurs qui entendent tout le contraire, comme dans l'Encyclopédie.

Cette période de temps, qui, selon les circonstances, reçoit encore les dénominations de *jour civil*, *jour astronomique*, etc., est la durée d'une révolution entière de l'équateur et de la portion du même cercle répondant à la partie de l'éclip-

---

(1) La mort de Bailly, éternel sujet de douleurs et de regrets, est une preuve affreuse de l'inconstance de la faveur populaire. Après avoir honoré sa vie par des travaux utiles aux sciences et à l'humanité, par ses vertus, et par un noble caractère, il périt victime de la plus sanguinaire tyrannie, opposant le calme et la dignité du juste, aux outrages d'un peuple dont il avait été l'idole.

tique que la terre parcourt dans son orbite pendant le jour artificiel.

Tandis que le globe terrestre fait une révolution sur son axe, d'occident en orient, il parcourt dans le même temps environ la 365e partie, ou 59′ 8″ de son orbite. Ces mouvemens combinés font successivement répondre le soleil à tous les degrés de l'écliptique dans l'espace d'une année, d'occident en orient, et à tous les méridiens, d'orient en occident, dans l'espace d'un jour.

Le retour du soleil au même méridien, ou le jour artificiel, est donc composé d'une révolution entière de l'équateur, plus d'une portion de ce cercle répondant à celle dont, pendant ce temps, il avance vers l'orient par le mouvement de transposition de la terre.

Ainsi le temps compris entre deux midis ou deux minuits consécutifs, surpasse la durée d'une révolution du ciel, qui forme le jour sidéral; car si le soleil traverse le méridien en même temps qu'une étoile; le jour suivant, il y reviendra plus tard en vertu de son mouvement propre par lequel il s'avance d'occident en orient; et dans l'espace d'une année il passera une fois de moins que l'étoile au méridien.

On trouve ainsi qu'en prenant pour unité le jour moyen astronomique, la durée du jour sidéral est de $0_{j.},99726957$.

A l'égard du jour naturel, son usage ne pourrait être commode qu'à l'équateur où le soleil revient à l'horizon à des intervalles toujours égaux; mais, dans la sphère oblique, les retours réguliers n'ont lieu qu'au méridien, soit inférieur, soit supérieur; de là deux manières de compter

les jours. Les astronomes comptent de midi, c'est le jour *astronomique*. Tous les peuples européens comptent de minuit, c'est le jour *civil*. Les astronomes comptent vingt-quatre heures de suite : dans l'usage civil, les heures du matin se comptent de minuit, et celles du soir de midi, depuis une jusqu'à douze heures.

# DEUXIÈME PARTIE.

*Des divisions artificielles du Temps, et de la formation du Calendrier.*

## ARTICLE PREMIER.

*Des Divisions du Jour.*

C'est de l'astronomie que nous empruntons la division du temps dans les usages de la société. On peut dire que l'ordre et la multitude de nos affaires, de nos devoirs, de nos amusemens, le goût de l'exactitude et de la précision, notre habitude enfin, nous ont rendu cette mesure du temps presque indispensable, et l'ont mise au nombre des besoins de la vie.

On voit dans les livres de Moïse, la division du temps par jours, semaines, mois et années, bien établie. Le calcul qu'il donne de la durée du déluge en est une preuve. On peut encore s'en convaincre par ce passage : *Fiant luminaria in firmamento cœli, et dividant diem ac noctem, et sint in signa tempora et dies et annos.* (Genèse, v. 14.)

Cependant l'écriture ne désigne le moment où les anges apparurent à Abraham, qu'en disant que *c'était la plus grande chaleur du jour.* Il en est de même dans toutes les occasions de marquer les

différentes parties de la journée; elles n'y sont jamais désignées que d'une manière vague et incertaine, *lorsque le soleil était prêt à se coucher, sur le soir, le matin au lever du soleil, etc.*

Selon quelques savans, l'étymologie du mot *heure* vient d'un surnom du Soleil que les Égyptiens appellent *Horus;* d'autres le font dériver d'un mot grec qui signifie *terminer*, *distinguer*.

Les heures sont aujourd'hui la vingt-quatrième partie de la révolution diurne du soleil; mais il y eut autrefois des peuples qui partageaient en douze seulement l'intervalle total du jour et de la nuit (*Journ. des Sav.*, 1778, pag. 611, in-4°); et cette division venait probablement des douze mois ou des douze lunes de l'année.

Les 24 heures du jour sont 24 intervalles égaux entre eux; les heures d'aujourd'hui doivent être égales à celles d'hier; et le mouvement diurne du soleil autour de la terre, qui se partage en 24 parties, doit être supposé uniforme pour faire tous les jours 24 portions égales, dont chacune répond à 15 degrés de l'équateur.

Les heures planétaires ou judaïques étaient des heures inégales, usitées anciennement chez les Juifs et les Romains. On divisait séparément le jour en douze parties, et la nuit en douze autres heures. Cet usage avait encore lieu du temps de Xénophon, 370 ans avant J. C.

Les Juifs et les Romains distinguaient dans le jour naturel, pris du lever au coucher du soleil, quatre parties principales: *prime*, *tierce*, *sexte* et *none*. Prime commençait au lever du soleil; tierce, trois heures après; sexte commençait à midi; et none, trois heures avant le coucher du soleil; et le

même nom indiquait peut-être tout l'intervalle de trois heures. [ Par là on accorderait deux passages de l'évangile : *Erat autem hora tertia, et crucifixerunt eum* (S. Marc)... *Et erat hora quasi sexta, et dixit Judæis : Ecce Rex vester* (St. Jean) ]. Ces heures étaient plus ou moins grandes, suivant que le soleil était plus ou moins long-temps sur l'horizon.

Les heures babyloniques commençaient à se compter au lever du soleil ( Macrob., *Saturn.*, lib. 1, ch. 3); mais les 24 heures étaient égales. On comptait de même chez les Perses et la plupart des Orientaux.

Les heures italiques sont celles que l'on commence au coucher du soleil, à l'imitation des Juifs et des Athéniens ( Riccioli, *Chron. ref.*, pag. 4 ) ; car les Juifs, de toute ancienneté, comptaient leur jour d'un coucher à l'autre.

Hipparque et Ptolémée comptaient les heures de minuit à minuit, et il paraît que de leur temps c'était l'usage à Rome et en Égypte.

Tous les astronomes commencent le jour à midi, et comptent jusqu'à 24 heures : ainsi lorsque l'on compte dans la société, le 2 janvier, huit heures du matin, les astronomes disent le premier janvier à vingt heures; c'est ce que l'on appelle *temps astronomique*, pour le distinguer du *temps civil*, où l'on se sert du matin et du soir ( 1re p. art. 7 ).

La division du jour en heures n'a pu être en usage parmi les hommes qu'après la découverte des premières mesures du temps. A l'égard des minutes, secondes et tierces, les horloges des anciens avaient trop peu d'exactitude pour donner d'aussi petites divisions. Elles ont été introduites, après la dé-

couverte du pendule, par les astronomes qui les ont empruntées de la division du cercle.

## ARTICLE II.

### *Du Cycle solaire.*

Dans la plupart des Almanachs, et dans beaucoup de livres d'église, il est question du *cycle solaire*, de la *lettre dominicale*, du *nombre d'or*, de l'*épacte*, *etc.* Les personnes qui en entendent parler s'imaginent qu'il faut être fort versé dans l'astronomie pour bien concevoir toutes ces choses; mais avec quelque attention, il est aisé d'en comprendre la nature et l'usage.

*Cycle* est un mot grec qui signifie *cercle*. L'on entend par cycle une certaine période ou suite de nombres qui procèdent par ordre, jusqu'à un certain terme, et reviennent ensuite les mêmes sans interruption. Le cycle solaire, par exemple, est un intervalle de 28 ans, après lequel le dimanche et les autres jours de la semaine reviennent dans le même ordre et au même quantième des mois, tant que les années sont bissextiles de quatre en quatre ans. Il y a donc 28 Calendriers différens qui se succèdent; savoir, un pour chaque année du cycle.

Le cycle solaire est ainsi appelé, non qu'il ait aucun rapport avec le cours du soleil, mais parce que le dimanche était autrefois nommé *dies solis*, jour du soleil, et que c'est pour trouver la lettre dominicale, qui désigne le dimanche dans le Calendrier, que ce cyle a été inventé.

Comme l'année commune ou égyptienne de 365 jours ne contient pas un nombre exact de semaines, et qu'elle en renferme cinquante-deux et un jour,

les années qui se suivent ne commencent pas par le même jour de la semaine. Une année commune commençant, par exemple, le lundi, finit aussi par un lundi; conséquemment la suivante commence le mardi; la troisième, le mercredi, et ainsi de suite.

Il résulte de là, premièrement, que les semaines étant toujours complètes et se suivant sans interruption, chacun des jours qui les composent, les lundi, mardi, samedi, etc., répondent, dans les années qui se succèdent, à différens jours ou quantièmes de mois; secondement, que les fêtes nommées *immobiles*, parce qu'elles arrivent toujours au même quantième du mois, tombent successivement, comme le premier jour de l'année, aux différens jours de la semaine.

Si toutes les années étaient communes, ce cycle ne serait que de sept ans, puisque chaque année commune contenant cinquante-deux semaines et un jour, sept années semblables renfermeraient un nombre complet de semaines, savoir, 7 fois 52, plus sept jours ou une semaine; par conséquent la huitième année commencerait le même jour de la semaine par lequel la première année aurait commencé, etc.; mais comme il y a une année bissextile ou de 366 jours tous les quatre ans, le cycle solaire ne peut être accompli qu'il ne contienne sept années bissextiles, afin que du jour de surcroît de chacune de ces années il puisse venir encore une semaine complète.

Toutes les variétés possibles qui arrivent aux lettres dominicales, tant dans les années communes que dans les bissextiles, se font dans l'espace de 4 fois 7, ou 28 ans; car, après sept bissextiles, le même ordre de lettres dominicales revient et circule

comme auparavant. C'est cette révolution de 28 ans qu'on appelle *cycle solaire* ou *cycle de la lettre dominicale.*

Suivant la manière dont on compte les années de ce cycle, elles commencent neuf ans avant l'ère vulgaire. Si l'on veut trouver, par exemple, à quelle année du cycle solaire répond l'année 1821, il faut ajouter 9 à cette année et diviser la somme 1830 par 28 ; le quotient 65 sera le nombre des cycles écoulés, et le reste 10 l'année du cycle répondant à 1821.

Si le diviseur 28 eût été contenu exactement dans la somme trouvée, après avoir ajouté 9, l'année proposée serait la vingt-huitième ou la dernière du cycle, comme sera 1839.

## ARTICLE III.

### *Des Lettres dominicales.*

On appelle *lettres dominicales*, dans les Éphémérides et les Almanachs, les sept premières lettres de l'alphabet, que l'on place vis-à-vis les jours du mois, et qui marquent successivement, pendant le cours du cycle solaire, les dimanches de chaque année de ce cycle.

Le nombre des jours de la semaine et celui de l'année sont premiers entre eux; il fallait trouver un moyen d'exprimer leur relation, et de connaître le jour de la semaine correspondant au jour de l'année. Et comme jamais deux années de suite ne commencent par le même jour, il fallait, pour rendre le calendrier perpétuel, y désigner les jours de la semaine par des indéterminées, ou des espèces de signes algébriques susceptibles de toutes les valeurs

depuis un jusqu'à sept. C'est ce qu'on a fait par les lettres dominicales, c'est-à-dire servant à désigner le *dimanche;* on a donc pris les sept premières lettres de l'alphabet, qu'on a placées à côté des quantièmes du mois, où elles reviennent comme en cercle, en mettant de nouveau A à la suite de G, ce qui forme des périodes continuelles A, B, C, D, E, F et G. Sept de ces lettres consécutives forment toujours une semaine. Ces lettres sont arrangées pour une année de 365 jours; et quand on sait quelle lettre désigne le dimanche, on sait par là même ce que signifient toutes les autres.

A marque toujours le 1er janvier, B le 2, C le 3, et ainsi de suite jusqu'au 7 indiqué par G; le 8 recommence par A, le 9 B, et de même jusqu'au dernier jour de l'année, qui, lorsqu'elle est commune, est désigné par A comme le premier.

Il suit de là que les semaines et les jours qui les composent, se succédant sans interruption, et chaque dimanche revenant de sept jours en sept jours, avec la lettre dont il est accompagné, celle qui tombe au premier dimanche de janvier d'une année se trouve vis-à-vis tous les dimanches de la même année, et ainsi des autres lettres; celle qui tombe au premier lundi de janvier, répond à tous les lundis de la même année, etc.

L'année suivante commençant encore par A, mais non pas le même jour de la semaine, comme on l'a vu dans l'article précédent, la lettre dominicale, ou qui désigne le dimanche, change alors; car supposant que l'année précédente ait commencé par un lundi, A, qui se trouve toujours le premier de janvier, désignait ce lundi; et le dimanche qui n'arrivait que le 7, était marqué par la septième lettre de l'alpha-

bet G ; mais l'année suivante commençant par un mardi, le premier dimanche de janvier ne tombe plus au 7, mais au 6 ; ainsi la lettre dominicale est la sixième de l'alphabet, c'est-à-dire F. De même, la troisième année commençant par un mercredi, le premier dimanche de janvier tombe au 5, à la lettre E ; ainsi de suite. Il en est de même pour les autres jours de la semaine.

Il faut observer que dans une suite d'années, n'importe de quel nombre, les lettres dominicales se succèdent toujours, comme on vient de le voir, dans un ordre rétrograde, eu égard à celui qu'elles tiennent dans l'alphabet, ou dans la suite des jours de l'année ; c'est-à-dire que si G est la lettre dominicale d'une année, F le sera l'année d'après ; ensuite viendra E, etc.

Il faut remarquer encore que dans l'année bissextile, il y a toujours deux lettres dominicales, dont l'une sert depuis le commencement de l'année jusqu'au 24 février, et l'autre depuis ce jour jusqu'à la fin de l'année. La raison de cela est que dans l'année bissextile le 24 février, et le 25 qui est intercalaire, sont regardés comme un même jour, et marqués par la même lettre ; d'où il arrive que la lettre dominicale rétrograde alors comme à la fin de l'année : si elle était G, elle devient F ; si elle était F, elle devient E, etc.

Une manière très-simple de trouver la lettre dominicale consiste à ajouter 3 au nombre des années de ce siècle-ci, et de plus autant d'unités qu'il y a de bissextiles dans cet intervalle ; la somme étant divisée par 7, le reste désignera la lettre dominicale de l'année, en appelant G la première, F la seconde, etc. Pour en sentir la raison, on remarque

que la lettre dominicale de 1800 était E, c'est-à-dire la troisième dans l'ordre rétrograde marqué au-dessus des lettres dans la table suivante, et qui est celui des lettres d'une année à l'autre.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| A | B | C | D | E | F | G |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Depuis ce temps-là toutes les années ont eu une lettre; il faut donc prendre autant de lettres que d'années depuis 1800 et 3 de plus; et comme les années bissextiles ont deux lettres, il faut encore ajouter autant de nombres qu'il y a eu de bissextiles.

Par exemple, en 1821, on ajoutera 21 avec 3 et 5, on divisera 29 par 7, on aura un de reste; donc la première lettre G dans l'ordre rétrograde sera la lettre dominicale de 1821. S'il ne reste rien c'est comme s'il restait 7, et cela indique la lettre A.

Voici une autre manière de trouver la lettre dominicale : divisez par 7 le nombre de l'année depuis 1800, augmentée de sa quatrième partie qui désigne le nombre de bissextiles (on néglige le reste s'il y en a), retranchez le reste de 5, vous aurez le chiffre qui indique la lettre dominicale dans la ligne inférieure de la table ou l'ordre alphabétique. Ainsi, pour 1821, ajoutez à 21 son quart 5, la somme 26 divisée par 7, le reste sera 5 qu'on ôtera de 5, et il restera o qui, dans l'ordre alphabétique, fait voir que G sera la lettre cherchée pour 1821.

Si c'est une année bissextile, cette règle donnera la seconde lettre de l'année. La première sera celle qui suit dans l'ordre alphabétique.

Les nombres que nous venons de placer au-dessous de chaque lettre servent aussi à trouver lequel sera le premier dimanche de l'année : par exemple, quand la lettre dominicale est A, le premier dimanche tombe au premier janvier; quand elle est B, il arrive le 2, etc.

*Table qui sert à trouver quel est le jour de la semaine qui répond à chaque jour du mois, quand on connaît la lettre dominicale.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Juillet.<br>5<br>Avril.<br>2 | Septem.<br>7<br>Décem.<br>10 | Juin.<br>4 | Février.<br>12<br>Mars.<br>1<br>Novem.<br>9 | Août.<br>6 | Mai.<br>3 | Janvier.<br>11<br>Octob.<br>8 |
| 1<br>8<br>15<br>22<br>29 | 2<br>9<br>16<br>23<br>30 | 3<br>10<br>17<br>24<br>31 | 4<br>11<br>18<br>25 | 5<br>12<br>19<br>26 | 6<br>13<br>20<br>27 | 7<br>14<br>21<br>28 |
| G<br>Diman. | F<br>Lundi. | E<br>Mardi. | D<br>Mercr. | C<br>Jeudi. | B<br>Vendr. | A<br>Samedi. |

Les chiffres d'en haut indiquent l'ordre des mois, en supposant que le mois de mars s'appelle 1; les

autres chiffres de la table indiquent les jours du mois qui répondent à l'un des jours de la semaine, indiqué par la lettre dominicale qui est au bas de la table. Ainsi quand la lettre dominicale est G, comme en 1281, le dimanche arrive dans les mois d'avril et de juillet, le 1, le 8, le 15, le 22 et le 29; dans les mois de septembre et de décembre, le 2, le 9, etc. Quand la lettre dominicale est F, comme en 1822, tous les nombres de la table marquent le lundi.

On trouve souvent cette table gravée sur le revers des cadrans à boussole que l'on faisait autrefois; si les noms des mois, les lettres dominicales et les jours de la semaine n'y sont pas marqués, elle devient alors une énigme.

On peut encore trouver le jour de la semaine à chaque jour du mois dans une année quelconque de cette manière :

Réduisez la date au vieux style. Ajoutez à l'année sa quatrième partie, en négligeant le reste s'il y en a; ajoutez le quantième du mois, et le nombre correspondant au mois donné dans la table suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Janv. 5 ou 4 | Avril 4 | Juillet 4 | Octob. 5 |
| Févr. 1 ou 0 | Mai 6 | Août 0 | Novem. 1 |
| Mars 1 | Juin 2 | Septem. 3 | Décem. 3 |

Pour janvier et février le second nombre sert dans les années bissextiles; divisez la somme totale par 7, le reste 0 indiquera le samedi, 1 sera le dimanche, 2 le lundi, etc.

Exemple : mon frère est mort le 19 septembre

1820, ou le 7, vieux style; on demande le jour de la semaine?

Avec 1820 j'ajoute le quart 455, le quantième 7, et 3 pour septembre; la somme de 2285 étant divisée par 7, il reste 3 qui désigne le mardi.

## ARTICLE IV.

### *Des Fêtes mobiles et du Cycle lunaire ou Nombre d'Or.*

Dieu ordonna aux Juifs, comme on le voit au chap. 13 du *Lévitique*, de célébrer la Pâque ou leur passage par la mer Rouge, le premier mois, et le soir du quatorzième jour : or, l'année des Juifs était lunaire *embolismique* ou *intercalaire*, et tellement réglée, qu'on nommait le premier mois celui dont le quatorzième jour, c'est-à-dire la pleine lune, tombait au jour de l'équinoxe ou immédiatement après.

L'église ne voulant pas s'éloigner de cette règle, décida dans le concile de Nicée, tenu l'an 325, que la Pâque serait célébrée, non le quatorzième jour ou celui de la pleine lune, mais le dimanche d'après, si ce quatorzième arrive ou le 21 de mars, ou après le 21 de ce mois; ainsi la fête de Pâques ne doit jamais arriver plutôt que le 22 mars, car la règle dit que ce sera le premier dimanche après le quatorzième : cela est arrivé en 1598, 1693, et 1761, et aura lieu en 2285, 2437, 2505, etc.

Cette fête n'arrive jamais plus tard que le 25 avril; car si la pleine lune tombe le 20 mars, ce ne sera pas la pleine lune pascale; on attendra celle qui suit le 21 mars, ou celle du 18 avril; et si c'est un dimanche, ce ne sera encore que le dimanche

suivant, 25 avril, qui sera le jour de Pâques : cela est arrivé en 1546, 1666 et 1734; et cela arrivera encore en 1886, 1943, 2038, 2190, etc.

Le jour de Pâques et les autres fêtes mobiles qui en dépendent, sont donc déterminés par le temps de l'équinoxe et celui de la pleine lune qui le suit.

La Septuagésime est toujours neuf semaines avant Pâques, ou le 64ᵉ jour, y compris celui de Pâques; le mercredi des cendres, le 47ᵉ jour avant le jour de Pâques, en comptant l'un et l'autre.

On trouve la fête de l'Ascension en comptant 40 jours après Pâques ; la Pentecôte, 50; la Trinité, 57; et la Fête-Dieu, 61 jours après Pâques ; celle-ci arrive toujours le même quantième du mois que le Samedi-Saint.

Le premier dimanche de l'Avent ne peut arriver que depuis le 27 novembre inclusivement jusqu'au 3 décembre inclusivement; ainsi ce sera toujours le dimanche compris dans cet intervalle.

Les jeûnes des Quatre-Temps, qu'on peut regarder comme des fêtes mobiles, ont été fixés par Grégoire VII aux quatre époques suivantes : 1° la première semaine de Carême ; 2° la semaine de la Pentecôte ; 3° le mercredi *après* l'exaltation de la Croix, ou *après* le 14 septembre jusqu'au 21 ; 4° la troisième semaine de l'Avent. Si Noël arrive le lundi, le mardi ou le mercredi, c'est le mercredi précédent, sinon ce sera deux mercredis avant Noël.

Il paraît que les jeûnes des Quatre-temps ont été institués à l'imitation de ceux qui étaient en usage chez les Juifs (Casali, *de veteribus sacris Christianorum ritibus*, *Romæ* 1647, *in-fol.*, pag. 252, *cap.* 63). Plusieurs de nos fêtes paraissent aussi tirées des usages du paganisme : *Addimus prædictis*,

*licuisse ecclesiæ, quæ apud Ethnicos impiè superstitioso cultu agebantur feriæ, easdem sacro ritu expiatas ad pietatem christianam transferre, ut majori id esset diaboli contumeliæ, et quibus ipse coli voluerit, Christus et Sancti ejus ab omnibus honorarentur.* (Casali, c. 60, pag. 239.)

Pour reconnaître et calculer les fêtes mobiles, l'Église assemblée résolut encore, dans le concile de Nicée, que l'on se réglerait sur le fameux cycle de Méton.

Ce célèbre astronome d'Athènes découvrit, environ 432 ans avant J. C., qu'après dix-neuf années les nouvelles et pleines lunes revenaient précisément au même jour du mois où elles arrivaient auparavant. Ce fut ce qui fixa le cycle lunaire à dix-neuf ans, pendant lesquels il arrive 235 lunaisons, savoir : 228 à raison de douze lunaisons par an, et sept autres à cause des onze jours dont chaque année solaire surpasse l'année composée de douze mois lunaires. Ces sept mois lunaires sont nommés *embolimisques* ou *intercalaires*. On en compte six de trente jours chacun, et le septième de vingt-neuf.

Cette découverte parut si belle aux Grecs, qu'on en exposa le calcul en lettres d'or dans les places publiques pour l'usage des citoyens, et qu'on appela *nombre d'or* l'année courante de cet espace de 19 ans qui ramenait sensiblement la lune en conjonction avec le soleil au même point du ciel et au même jour de l'année solaire. De là est venu l'usage d'écrire ces nombres en caractères d'or dans les almanachs, et c'est aussi pour cette raison qu'on les appelle *nombre d'or*. Ils montraient anciennement les jours des nouvelles lunes. La première année du cycle, on les marquait par le nombre 1,

qu'on plaçait vis-à-vis les jours du mois où elles devaient arriver ; la seconde, on les marquait par 2 ; la troisième, par 3, et ainsi de suite. Par ce moyen, on connaissait non-seulement les jours des nouvelles lunes de l'année, mais même toutes les autres, soit antérieures, soit postérieures ; en ajoutant quatorze jours au jour marqué pour les nouvelles lunes, on avait encore ceux des pleines lunes, etc.

On voit qu'il était facile de fixer la Pâque et les autres fêtes mobiles par le moyen du cycle de Méton, et que ce cycle ayant commencé un an avant la naissance de J. C., en suivant la méthode indiquée pour trouver l'année du cycle solaire, si à une année courante on ajoute 1, et qu'on divise la somme par 19, en négligeant le quotient, ce qui reste est le nombre d'or de cette année-là. Par exemple, 1822, divisé par 19, donne pour reste 17, qui est le nombre d'or de 1821.

Mais il n'est pas vrai, comme l'a cru Méton, que les nouvelles lunes reviennent au même instant du jour après dix-neuf années : il est aisé de voir qu'elles arrivent une heure et demie plutôt ; car $365^{j.}$ 1/4 multipliés par 19, font $6939^{j.}$ $18^{h.}$ ; au lieu qu'en multipliant $29^{j.}$ $12^{h.}$ 44′ 3″ 10‴ 48⁗, durée moyenne d'une lunaison suivant le Calendrier grégorien, par 235, nombre des lunaisons qui arrivent en 19 ans, le produit n'est que de $6939^{j.}$ $16^{h.}$ 32′ 27″, 3 ; ainsi il y a un excès de $1^{h.}$ 27′ 32″, 7 (1) ; donc à la fin des dix-neuf ans, les nouvelles lunes arriveront une heure et demie plutôt, puisque le

(1) Clavius, à la page 99, n'emploie que 31″ 55‴.

cycle finira à-peu-près une heure et demie avant la fin des dix-neuf ans; ce qui formera, après 312 ans et demi, la valeur de 23 $^{h.}$ 59′ 52″ 49‴, c'est-à-dire 1$^{j.}$ — 7″ 11‴; car 1$^{h.}$ 27′ 32″ 42‴ sont à 19 comme 24 sont à 312. En calculant plus rigoureusement avec les données du Calendrier grégorien, l'on aura l'anticipation exacte d'un jour sur 312 ans et demi plus 23 jours 17 heures. Pour tenir compte de cette différence, on fait une correction dans les années séculaires seulement. Les 312 ans et demi font une équation d'un jour tous les 300 ans; mais ensuite tous les 2400 ans il y a 100 ans de retard, et l'équation d'un jour est reculée d'un siècle, parce que les 12 ans $\frac{1}{2}$ omis tous les 300 ans, font un siècle après 2400 ans. C'est sur ce dernier résultat de 312 ans et demi qu'on a réglé l'*équation lunaire* d'un jour entier pour chaque espace de 300 ans, excepté la huitième fois où l'on attend 400 ans.

Le cycle lunaire a été long-temps la seule manière que l'on eût de trouver les nouvelles lunes de chaque mois; mais l'imperfection que nous venons de remarquer lui a fait substituer les épactes.

## ARTICLE V.

### *De l'Épacte.*

Le mois lunaire étant, comme nous l'avons dit, de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes, une année composée de douze mois lunaires est de 354 jours 8 heures 48 minutes 36 secondes, et se trouve plus courte que l'année solaire de 10 jours 21 heures 0 minutes 12 secondes. Lors donc, par exemple, que l'on a nouvelle lune le premier mars, au bout d'un an, ou le premier mars de l'année suivante, il

y a onze jours que la nouvelle lune est passée; la troisième année elle précède le premier mars de vingt-deux jours; la quatrième elle ne devance que de trois jours, parce que trois fois onze font trente-trois jours, qui composent une lunaison entière et trois jours. Réunissant cette lunaison aux autres, comme font les computistes, reste trois jours dont la nouvelle lune précède le temps où elle doit arriver la quatrième année, etc. C'est ce nombre de jours dont les nouvelles lunes précèdent les jours ou quantièmes des mois où elles arriveraient si les mois lunaires n'étaient pas plus courts que les mois solaires, qu'on appelle l'*épacte* (1). Pour la marquer dans le Calendrier perpétuel et faire connaître l'âge de la lune dans tous les jours de l'année, voici le moyen qu'un médecin de Calabre, nommé Aloisius Lilius, fournit au pape Grégoire XIII dans le temps qu'il faisait travailler à la réforme du Calendrier.

Ce moyen consiste à placer trente nombres romains, qu'on nomme *épactes*, à côté des jours du mois et dans un ordre rétrograde; savoir : l'épacte XXX à côté du premier janvier; ensuite l'épacte XXIX à côté du second; l'épacte XXVIII vis-à-vis du troisième, ainsi de suite jusqu'à l'épacte I qui répond au 30 du mois. Après cela revient l'épacte XXX, qui répond au 31, ensuite XXIX à côté du premier février, puis XXVIII à côté du second, et toujours en suivant le même ordre.

L'année lunaire étant divisée, comme on l'a vu à l'article *mois*, en six *mois pleins* et six *mois caves*,

(1) Ἐπάγω, *adjicio*, j'ajoute : parce que l'épacte, dans son principe, est ce qu'il faut ajouter à l'année lunaire pour former l'année solaire.



pour retrancher un jour dans ceux-ci sans interrompre la suite des nombres ou épactes, on met ensemble les deux épactes XXV et XXIV, en sorte qu'elles soient vis-à-vis le même jour dans ces six mois; savoir : le 5 février, le 5 avril, le 3 juin, le premier août, le 29 septembre et le 27 novembre : moyennant cette disposition, les trente épactes ne répondent qu'à vingt-neuf jours dans ces six mois.

Il me reste à faire observer qu'au lieu de l'épacte ou chiffre romain XXX, on met ordinairement l'astérisque*, parce qu'il peut arriver qu'une lunaison se termine au premier décembre, et une autre au 31. Par rapport à la première, l'épacte de l'année est XXX; elle est o par rapport à la seconde; on met donc l'astérisque, qui peut également signifier 30 et o.

Les trente épactes ainsi disposées, pour connaître dans une année les jours du mois où arrivent les nouvelles lunes, il suffit d'examiner combien de jours se sont écoulés depuis la dernière nouvelle lune de l'année précédente jusqu'au 31 décembre de la même année; car à tous les quantièmes des mois où les épactes sont égales au nombre de ces jours écoulés, il y aura nouvelle lune. Cette année 1821 l'épacte est XXVI, parce qu'il y a eu nouvelle lune le 5 décembre de l'année précédente, et que du 5 au 31 il y a vingt-six jours.

Il ne faut pas s'attendre à une exactitude parfaite dans des calculs de cette nature. L'arrangement irrégulier des mois de 31 jours, les nombres moyens qu'on est obligé de prendre pour la formation des périodes, dont ces calculs sont dérivés, les inégalités enfin des révolutions lunaires, sont cause que l'erreur peut être de 48 heures. On aura un peu

plus d'exactitude en se servant de la table suivante :

*Table qui indique ce qu'il faut ajouter à l'épacte, chaque mois, pour trouver l'âge de la lune à un jour proposé.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Janvier ........ | 2 | Juillet ......... | 5 |
| Février ........ | 3 | Août .......... | 7 |
| Mars .......... | 1 | Septembre. ... | 7 |
| Avril. ......... | 2 | Octobre....... | 8 |
| Mai. .......... | 3 | Novembre..... | 10 |
| Juin .......... | 4 | Décembre ..... | 10 |

A l'épacte de l'année ajoutez, conformément à la table ci-dessus, le nombre qui convient au mois dans lequel est le jour proposé; ajoutez à cette somme le nombre qui indique le quantième de ce jour; si la somme n'égale pas 30, ce sera l'âge de la lune au jour donné : si elle surpasse 30, retranchez en ce nombre; le restant sera l'âge de la lune.

On demande l'âge de la lune au 20 décembre 1820. L'épacte de 1820 est 15 : le nombre à ajouter pour le mois de décembre est 10; ce qui, ajouté à 15, forme 25; à 25 ajoutez encore 20, quantième du jour proposé, la somme sera 45, dont 30 étant ôté, il reste 15 : ce sera l'âge de la lune au 20 décembre; ce qui est en effet conforme à ce qui est indiqué par les éphémérides et l'annuaire du bureau des longitudes.

Pour avoir une règle particulière pour trouver l'épacte dans ce siècle, on multipliera par 11 le nombre d'or de l'année courante, on ajoutera 19 au produit, on divisera cette somme par 30, et l'on aura pour reste l'épacte de l'année.

Ainsi pour avoir l'épacte de 1821, on multiplie par 11 le nombre d'or 17, on a 187; on y ajoute 19, et l'on divise la somme 206 par 30; le reste de la division est 26, c'est l'épacte cherchée.

On peut aussi multiplier par 11 le nombre d'or diminué d'une unité, et diviser le produit par 30; le reste sera l'épacte, parce qu'elle est 0 sous le nombre d'or 1, et qu'elle augmente de 11 chaque année.

## ARTICLE VI.

### *De l'indiction romaine.*

Les indictions, ou espèces d'ajournemens, que l'on employait dans les tribunaux sous Constantin et les empereurs suivans, formèrent une période ou un cycle de quinze ans, qui s'est perpétué sans cause et comme une forme arbitraire de numération; les indictions commencèrent au 25 septembre 312. Les Empereurs grecs et l'Église de Constantinople commencèrent à compter les indictions du premier septembre; les papes, qui s'en servaient aussi, commençaient au premier janvier 313. Cette période n'a rien de plus remarquable que d'être citée dans les actes de la Cour de Rome, et à Venise dans les actes du sénat.

Si l'on prolonge le cycle d'indiction, en remontant au-delà même de son institution, l'on voit qu'il aurait été 1, trois ans avant l'ère vulgaire. Il

suffit donc d'ajouter 3 au nombre de l'année courante, et de diviser la somme par 15; le reste de la division sera le nombre du cycle d'indiction qui convient à l'année proposée. Ainsi, pour 1821, on divisera 1824 par 15; le quotient 121 nous apprend qu'il y a eu 121 révolutions de ce cycle depuis le commencement de notre ère, et le reste 9 de la division est le nombre d'indiction qui convient à 1821.

## ARTICLE VII.

### *Des Périodes dionysienne et julienne.*

Les combinaisons du cycle solaire et du cycle lunaire forment la période *dionysienne*, qui doit ramener les nouvelles lunes aux mêmes jours de la semaine et aux mêmes jours du mois, puisqu'à la fin de chaque cycle solaire, les jours du mois reviennent aux mêmes jours de la semaine, et qu'au bout de chaque cycle lunaire, les nouvelles lunes reviennent aux mêmes jours du mois. Si l'on multiplie 19 par 28, ou le cycle lunaire par le cycle solaire, on aura 532 ans. Cette période fut employée par Denys-le-Petit, l'an 527. (Janus, *Hist. Cycli dionysiani*, Petav. *Doct. temp.*, lib. II, cap. 67.) Ce fut lui qui, en réformant les calculs du calendrier, établit pour époque de nos années celle de la naissance de J. C. Cette période s'appelle aussi *période victorienne*, à cause de Victorinus ou Victorius, qui l'avait proposée le premier dans le cinquième siècle, pour corriger le cycle pascal de Cyrille et Théophile. (*Petav.*, tom. I, pag. 116.) Enfin on l'appelle le *grand cycle pascal*, parce que, après cet espace de 532 ans, les nouvelles lunes reviennent aux mêmes jours de la semaine et du

mois, ainsi que les lettres dominicales; Pâques et les fêtes mobiles se retrouvaient aussi dans le même ordre avant la réformation grégorienne, et alors on s'en servait réellement pour cet effet.

La *période julienne* est le produit des trois cycles, solaire, lunaire et d'indiction, ou de 28, 19 et 15, c'est-à-dire un espace de 7980 ans, dans lequel il ne peut y avoir deux années qui aient les mêmes nombres pour les trois cycles, mais au bout duquel les trois cycles reviennent ensemble dans le même ordre.

La période julienne a été proposée par Joseph Scaliger, comme une mesure universelle en chronologie. Cette période peut servir à trouver, pour chaque année, les trois cycles; car il suffit d'ajouter 4713 à l'année de notre ère, et de diviser la somme par 28, par 19, par 15; les restes sont les nombres de chaque cycle.

Si pour une année dont on connait le cycle solaire, le nombre d'or et l'indiction, on cherchait quelle est l'année de la période julienne, ce serait la matière d'un problême indéterminé arithmétiquement, mais déterminé chronologiquement; il se réduit à chercher un nombre qui, divisé par 3 nombres donnés, produise 3 restes donnés. Wallis en donna une solution en 1678; elle fut imprimée à la suite des œuvres d'Horoccius. On en trouve une d'Euler dans les *Mémoires* de Pétersbourg (t. VII, p. 46), et dans les *Institutions astronomiques* de Le Monnier (p. 620.)

Voici une règle générale. Les produits du nombre d'or par 3780, et de l'indiction par 1064, étant ôtés du produit de 4845 par le cycle solaire (augmenté, s'il le faut, de 7980), on divisera la différence par

7980, si cela se peut; le reste de la division sera le nombre cherché, ou l'année de la période.

*Exemple*. En 1821, les trois cycles sont 17, 9 et 10; les trois produits sont 64260, 9576 et 80370, le quotient 1, et le reste de la division 6534 : c'est l'année de la période julienne qui répond à 1821.

On ajoute le nombre 7980 autant de fois qu'il le faut, si la somme des trois produits est négative; mais quand le nombre positif est plus grand que les deux produits négatifs, il n'y a rien à ajouter aux trois produits.

Plus simplement,

| | | |
|---|---|---|
| L'an.... | 1 de notre ère était la | 4714e de la période julᵉ. |
| ajoutez.... | 1820.............. | 1820 |
| vous aurez | 1821 pour la........ | 6534e de la période : |

ou

| | | |
|---|---|---|
| L'an.... | 0 était la........ | 4713e de la période; |
| ajoutez.... | 1821............... | 1821 |
| | 1821 | 6534 |

Il suffit donc d'ajouter 4713 à l'année courante pour avoir l'année de la période julienne; cette période n'a plus aucune utilité depuis la réformation grégorienne.

La table suivante présente la correspondance des cycles, des lettres dominicales et de la fête de Pâques, pour un espace de 32 ans.

| ANNÉE. | Cycle sol. | Lett. Dom. | Premier jour de l'année. | Nomb. d'or. | ÉPACTE. | PAQUES. | Indiction. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1820 | 9 | BA | Samedi. | 16 | XV | 2 avril | 8 |
| 1821 | 10 | G | Lundi. | 17 | XXVI | 22 avril | 9 |
| 1822 | 11 | F | Mardi. | 18 | VII | 7 avril | 10 |
| 1823 | 12 | E | Mercr. | 19 | XVIII | 30 mars | 11 |
| 1824 | 13 | DC | Jeudi. | 1 | * | 18 avril | 12 |
| 1825 | 14 | B | Samedi. | 2 | XI | 3 avril | 13 |
| 1826 | 15 | A | Diman. | 3 | XXII | 26 mars | 14 |
| 1827 | 16 | G | Lundi. | 4 | III | 15 avril | 15 |
| 1828 | 17 | FE | Mardi. | 5 | XIV | 6 avril | 1 |
| 1829 | 18 | D | Jeudi. | 6 | XXV | 19 avril | 2 |
| 1830 | 19 | C | Vendr. | 7 | VI | 11 avril | 3 |
| 1831 | 20 | B | Samedi. | 8 | XVII | 3 avril | 4 |
| 1832 | 21 | AG | Dimanc. | 9 | XXVIII | 22 avril | 5 |
| 1833 | 22 | F | Mardi. | 10 | IX | 7 avril | 6 |
| 1834 | 23 | E | Mercr. | 11 | XX | 30 mars | 7 |
| 1835 | 24 | D | Jeudi. | 12 | I | 19 avril | 8 |
| 1836 | 25 | CB | Vendr. | 13 | XII | 3 avril | 9 |
| 1837 | 26 | A | Dimanc. | 14 | XXIII | 26 mars | 10 |
| 1838 | 27 | G | Lundi. | 15 | IV | 15 avril | 11 |
| 1839 | 28 | F | Mardi. | 16 | XV | 31 mars | 12 |
| 1840 | 1 | ED | Mercr. | 17 | XXVI | 19 avril | 13 |
| 1841 | 2 | C | Vendr. | 18 | VII | 11 avril | 14 |
| 1842 | 3 | B | Samedi. | 19 | XVIII | 27 mars | 15 |
| 1843 | 4 | A | Dimanc. | 1 | * | 16 avril | 1 |
| 1844 | 5 | GF | Lundi. | 2 | XI | 7 avril | 2 |
| 1845 | 6 | E | Mercr. | 3 | XXII | 23 mars | 3 |
| 1846 | 7 | D | Jeudi. | 4 | III | 12 avril | 4 |
| 1847 | 8 | C | Vendr. | 5 | XIV | 4 avril | 5 |
| 1848 | 9 | BA | Samedi. | 6 | XXV | 23 avril | 6 |
| 1849 | 10 | G | Lundi. | 7 | VI | 8 avril | 7 |
| 1850 | 11 | F | Mardi. | 8 | XVII | 31 mars | 8 |
| 1851 | 12 | E | Mercr. | 9 | XXVIII | 20 avril | 9 |

# TROISIEME PARTIE.

*De la Chronologie ou de l'Histoire des Temps.*

## ARTICLE PREMIER.

*De la Chronologie en général.*

Le but de cette science est de fixer la place que les événemens occupent dans le temps, comme la géographie marque sur notre globe les lieux où ils sont arrivés; c'est à-peu-près la définition qu'en donne Newton : *in tempore quoad ordinem successionis, in spatio quoad ordinem sitûs locantur universa.*

Non-seulement la chronologie fixe le temps des événemens les plus mémorables, elle nous apprend aussi ceux qui, chez différens peuples, ont fourni des époques d'où ils ont commencé à compter les années.

Ainsi l'établissement des jeux olympiques sous Yphitus, étant devenu une époque célèbre pour les Grecs, et ces jeux se renouvelant tous les cinq ans, ils comptèrent depuis par olympiades.

De même la fondation de Rome devint chez les Romains une époque d'après laquelle ils comptèrent les années.

Les savans ont fait de vains efforts pour perfectionner la chronologie. Malgré les systèmes auxquels

ils ont eu recours pour cela, ils diffèrent encore sur les points les plus essentiels de l'histoire sacrée et profane, tels que les années écoulées depuis la création du monde, le séjour des Israélites en Égypte, la chronologie des Juges, celle des rois de Juda, d'Israël, le commencement de la captivité, celui des septante semaines de Daniel, la naissance, la mission et la mort du Messie, l'origine de l'empire des Chinois, les dynasties d'Égypte, l'époque du règne de Sésostris, le commencement et la fin de l'empire d'Assyrie, la chronologie des rois de Babylone, des princes mèdes, des successeurs d'Alexandre, etc.

Ceux qui reprochent aux chronologistes les variétés de leurs résultats, ne paraissent pas avoir senti l'impossibilité morale de la précision qu'ils exigent. S'ils avaient considéré la multitude prodigieuse de faits à combiner; la différence de génie des peuples chez lesquels ils se sont passés; le peu d'exactitude des dates, inévitable dans les siècles où les événemens ne se transmettaient que par tradition; la manie de l'ancienneté, dont presque toutes les nations ont été infectées; les mensonges des historiens, leurs erreurs involontaires; la ressemblance des noms, qui a souvent diminué le nombre des personnages; leur différence, qui les a multipliés plus souvent encore; les fables présentées comme des vérités; les vérités métamorphosées en fables; la diversité des langues; celle des mesures du temps, et une infinité d'autres circonstances qui concourent toutes à former des ténèbres : s'ils avaient, dis-je, considéré toutes ces choses, ils seraient surpris, non qu'il se soit trouvé des différences entre les systêmes chronologiques, mais qu'on ait pu jamais en inventer aucun.

Quel parti prendrons-nous sur l'ordre des événemens? Regarderons-nous, avec quelques Anciens, le monde comme éternel, et dirons-nous que la succession des êtres n'a point eu de commencement et ne doit point avoir de fin? ou convenant, soit de la création, soit de la formation de la matière dans le temps, penserons-nous, avec quelques auteurs, que ces actes du Tout-Puissant sont d'une date si reculée, qu'il n'y a aucun fil, soit historique, soit traditionnel, qui puisse nous y conduire? ou reconnaissant l'absurdité de ces systêmes, et nous attachant aux fastes de quelques peuples, préférerons-nous ceux des habitans de la Bétique, en Espagne, qui produisaient des annales de six mille ans? ou compterons-nous, avec les Indiens, six mille quatre cent soixante-un ans depuis Bacchus jusqu'à Alexandre? ou, plus jaloux encore d'ancienneté, suivrons-nous cette histoire chronologique de douze à quinze mille ans dont se vantaient les Égyptiens; et donnant, avec les mêmes peuples, dix-huit mille ans de plus à la durée des règnes des Dieux et des héros, vieillirons-nous le monde de trente mille ans?

Assurerons-nous, avec les Chaldéens, qu'il y avait plus de quatre cent mille ans qu'ils observaient les astres, lorsque Alexandre passa en Asie? ou dirons-nous, avec M. Gibert, qu'il n'y avait que 400,000 jours? enfin choisirons-nous le texte hébreu, qui compte environ quatre mille ans depuis Adam jusqu'au Messie; ou le samaritain, qui donne plus d'étendue à cet intervalle; ou les septante, qui font remonter la création jusqu'à six mille ans avant J. C.?

Tous les systêmes sont plus ou moins soutenables, tous également soutenus et réciproquement com-

battus. Il n'est pas jusqu'à l'immortel Newton qui n'ait trouvé des contradicteurs, même dans sa patrie et parmi ses disciples. Si l'on prend les voix en faveur de l'un ou de l'autre texte, de l'hébreu ou des septante, ce dernier moyen, quelque simple et facile qu'il paraisse, n'est pas encore sans difficulté.

Les écrivains sacrés ne prétendirent jamais faire de nous ni des chronologistes, ni des géomètres, ni des astronomes; hors de leur mission ils ont pensé, ils ont parlé, comme on pensait et comme on parlait de leur temps, et dans leur pays. Ils étaient inspirés pour quelque chose de plus grand et plus intime au bonheur de l'homme. C'est ainsi que le commandement de Josué au soleil n'en est pas un pour nous de croire à l'immobilité de la terre; que le rapport du diamètre de la fontaine d'airain à sa circonférence ne nous interdit point la recherche d'une meilleure quadrature du cercle; et que le texte hébreu, non plus que celui des septante, ni le samaritain, ne nous défendent pas d'exercer nos calculs et nos conjectures sur l'antiquité des temps.

S'il est prouvé que le monde est plus ancien de quelques milliers d'années que ne le font le texte hébreu et la vulgate, c'est nuire, et à l'Écriture, et à toutes les vérités sur lesquelles cette question influe, que de s'obstiner à soutenir ces textes à cet égard.

La cour de Rome s'est bien moins déclarée contre l'antiquité du monde, que contre le mouvement de la terre; cependant à la fin elle a été contrainte de nous laisser tourner avec cette planète, vu les absurdités énormes que l'astronomie physique fait voir dans le système de son immobilité.

Ce n'est pas dans un ouvrage comme celui-ci qu'on

peut démontrer ces propositions purement humaines et concilier au moins quatre-vingts systèmes chronologiques. Il suffit d'en choisir un, et de l'indiquer quand on écrit l'histoire ancienne, afin de ne causer aucun embarras aux lecteurs.

## ARTICLE II.

### *De la Chronologie de Newton.*

Les tables chronologiques les plus suivies, qui placent l'expédition des Argonautes 1470 ans avant J. C., et le siége de Troie l'an 1400, feraient le monde trop vieux de cinq cents ans, et le voyage des Argonautes n'aurait été entrepris que neuf cents ans avant J. C. Newton appuie ce nouveau système sur deux espèces de preuves.

Les Grecs comptaient, dit-il, cent vingt ans pour trois générations; mais, les rois ne régnant pas aussi long-temps que les hommes vivent, il évalue chaque génération de roi à vingt ans. D'après cette seule remarque, il fait voir que l'on a commis beaucoup d'erreurs dans les calculs chronologiques.

Fréret, au contraire, en parcourant l'histoire des temps connus, trouve que chaque génération de roi doit être évaluée entre trente et quarante ans.

Les autres preuves de Newton appartiennent à l'astronomie. On sait que les étoiles fixes, et par conséquent les points équinoxiaux, se meuvent avec la vitesse d'un degré en soixante-douze ans. Si donc l'on connaît la position de ces points, lors du départ des Argonautes pour la Colchide, en la comparant à celle où ils sont aujourd'hui, on saura le temps écoulé depuis ce voyage célèbre. Or, avant de partir, Chiron-le-Centaure, qui fut de cette ex-

pédition, forma les signes du zodiaque et les autres constellations; détermina les quatre points cardinaux du ciel, et fixa le colure de l'équinoxe du printemps au quinzième degré du Bélier. Cette observation regardée comme certaine, le temps de l'expédition est connu, de même que celui du siége de Troie; et comme le célèbre Méton fixa, un an avant la guerre du Péloponèse, le solstice d'été au huitième degré du Cancer, l'époque de cette guerre est aussi déterminée; événemens d'où dépend toute la chronologie ancienne. Mais peut-on compter sur des observations faites dans des temps si reculés? et cette incertitude ne fait-elle point perdre à cet ingénieux système une grande partie de sa solidité?

## ARTICLE III.

### *De la Chronologie chinoise.*

Les Chinois ont un tribunal composé des plus habiles lettrés, où se déposent les mémoires de tout ce qui arrive dans l'empire. Ce tribunal est joint à celui d'astronomie; en sorte que les faits historiques et les observations célestes marchant ensemble, on peut toujours vérifier la date de ces observations, et déterminer avec exactitude le temps des événemens contemporains.

S'il y a un peuple dont la chronologie et l'histoire méritent quelque croyance, c'est celui chez qui le soin de conserver les faits historiques a été une affaire d'État, soumise à un tribunal où tout est pesé, épuré avec l'équité et le respect qui sont dus à la postérité. C'est le seul exemple qu'il y ait sur la terre, d'une pareille institution.

Le règne de Fohi, premier empereur de la Chine,

2952 ans avant J. C., est la date d'une tradition certaine et non interrompue. Il n'y a point d'histoire ancienne plus suivie, plus détaillée, et qui réunisse également les caractères de la vérité.

Mais l'astronomie, qui avait été en honneur à la Chine depuis Fohi jusques vers la 480e année avant J. C., c'est-à-dire pendant 2500 ans, fut tout-à-fait négligée et se perdit enfin. L'empire fut divisé. Il se forma une infinité de petits états, dont les princes occupés à se faire la guerre, à envahir mutuellement leurs possessions, s'inquiétaient peu de la culture des lettres et des sciences. Depuis Confucius, qui mourut l'an 479, et qui rapporte les dernières éclipses qu'il avait vues lui-même, jusques vers l'an 204 avant J. C., il y eut dans les observations une interruption totale. Il n'y avait plus de calculs, ni d'astronomes pour veiller sur ce qui se passait dans le ciel. Le tribunal des mathématiques était détruit. L'empereur Tsin-Chi-Hoang, qui réunit tous ces petits états divisés, et reconstruisit le grand empire de la Chine, croyant que l'épée suffisait pour conserver ce qui était acquis par l'épée, fit brûler l'an 246 tous les livres historiques, astronomiques, et particulièrement les livres appelés Y-King. On ne conserva que ceux qui traitaient de l'agriculture, de la médecine et de l'astrologie; trois sciences qu'il regardait apparemment comme également nécessaires aux hommes. Quelques particuliers conservèrent des exemplaires des livres historiques. C'est par ces exemplaires qu'on a retrouvé, en grande partie, l'histoire des Chinois et leur chronologie. Mais s'il y avait des méthodes et des observations astronomiques, elles étaient déposées dans les registres

du tribunal des mathématiques; elles disparurent avec lui (1).

Les premières observations chinoises paraissent coïncider avec les premières observations chaldéennes. On en peut conclure que les Chinois ne seraient qu'une colonie des Égyptiens, sortis, ainsi que tous les autres peuples, des plaines de Sennaar; et l'on n'en pourrait guère avoir de plus fortes preuves que cette identité d'époque dans leurs observations astronomiques les plus anciennes.

Il est sans exemple qu'un peuple soit parvenu tout-à-coup au point où les Chinois en sont aujourd'hui, sans passer par les temps d'ignorance et de barbarie qui précèdent toujours celui de la politesse et du savoir, à moins que la communication d'un peuple plus éloigné et plus instruit ne s'en soit mêlée. Il me semble donc que l'arrivée de Sésostris à la Chine avec cent mille Égyptiens, et le séjour de cinq à six ans qu'ils peuvent y avoir fait, ne résoudraient pas mal la question.

Ce que Sésostris put faire à la Chine, suivant *Diodore de Sicile*, Danaüs, roi d'Argos, et Égyptien de naissance, le fit, peu d'années après, dans la Grèce, dans le Péloponèse, et *Cécrops* dans l'Attique, chez les Athéniens, dont il fonda ou embellit la ville, dès-lors nommée *Cecropia*, et en instruisit les habitans. Mais le nom de *Cécropia* disparut bientôt pour faire place à celui d'Athènes. Ainsi le parallèle se soutient encore en ce point, que les

---

(1) Les conquérans ont des pieds de fer, ils brisent en marchant, et la poussière qui s'élève à leur passage couvre tout ce qu'ils laissent en arrière; tout finit et tout recommence avec eux.

Grecs, qui, à la vérité, perfectionnèrent considérablement les arts et les sciences des Égyptiens, n'en firent guères plus d'honneur à l'Égypte que les Chinois.

Je ne déciderai pas lequel des deux peuples a porté chez l'autre ses lois, son écriture et ses usages; mais l'histoire sacrée et profane, notre mythologie, et les Chinois eux-mêmes sembleraient déposer en faveur des Égyptiens. L'Égypte est infiniment plus proche que la Chine du berceau de la race humaine, et de tout ce que nous en connaissons d'après Moïse (1).

---

(1) Profondément instruit des mystères des prêtres Égyptiens, Moïse sut en profiter pour surmonter la puissance des Mages, et délivrer ses compagnons. Aaron, son frère, et les chefs des Hébreux devinrent dépositaires de sa doctrine...

Le juste par excellence parut ensuite sur la scène du monde. Dirigeant les fruits de sa haute sagesse vers la civilisation universelle et le bonheur des peuples, il déchira le voile qui leur cachait la vérité. Il prêcha l'amour de Dieu, l'amour de ses semblables, et l'égalité devant le père commun de tous les hommes. Consacrant enfin, par le sacrifice de son sang, les dogmes célestes qu'il avait transmis, il fixa pour jamais, sur la terre, avec son évangile, la Religion écrite dans le livre de l'Éternité.

Jésus conféra l'initiation évangélique au fils de *Zébédée*, le *disciple bien aimé*. Cet Apôtre de l'amour fraternel et de la charité ne quitta jamais l'Orient : sa doctrine, toujours pure, ne fut altérée par le mélange d'aucune doctrine étrangère.

Pierre et les autres Apôtres portèrent les dogmes de J. C. chez les peuples lointains; mais forcés, pour propager la foi, de se prêter aux mœurs et aux usages de ces peuples, des nuances différentes se glissèrent dans les divers évangiles

Hommes faits pour la morale, les Chinois sont enfans pour les sciences. Ce peuple est parvenu à l'âge de la raison, sans avoir passé par celui du génie; on en peut conclure que la nature le lui a refusé, ou que ses institutions le lui ont enlevé. Les forces du corps s'anéantissent dans l'inaction, par les recherches du luxe et de la délicatesse : il est de même une sorte de mollesse pour l'ame, ses facultés se perdent dans le repos. Dès qu'on ne

---

comme dans la doctrine des nombreuses sectes chrétiennes.

Jusque vers l'an 1118, les mystères et l'ordre hiérarchique de l'initiation d'Égypte, transmis aux Juifs par Moïse, puis ensuite aux chrétiens, furent religieusement conservés par les successeurs de Jean l'Apôtre. Ces mystères et initiations, régénérés par le baptême évangélique, étaient un dépôt sacré que la simplicité des mœurs primitives et incorruptibles des frères d'Orient avait préservé de toute altération.

Les Chrétiens persécutés rendirent une justice éclatante aux vertus et à l'ardente charité des compagnons de *Hugues de Païens*, en confiant à des mains aussi pures le trésor des connaissances acquises pendant tant de siècles, sanctifiées par la croix, le dogme et la morale de l'homme-dieu.

Hugues fut revêtu du pouvoir patriarchal et placé dans l'ordre légitime des successeurs de Jean l'Apôtre ou l'Évangéliste.

Telle fut l'origine d'un Ordre que la plus horrible persécution ne put ensevelir sous la cendre de ses bûchers, et qui, depuis l'arrêt de mort du plus illustre de ses martyrs (à qui soit honneur et gloire), fidèle dépositaire de la doctrine des chrétiens primitifs, a traversé cinq nouveaux siècles sous le magistère de vingt-trois grands-maîtres et S. P., soumis aux décrets de la Providence comme aux puissances établies par l'Éternel pour le gouvernement des nations.

veut admettre que les pensées des anciens, l'imagination n'a plus d'ailes, le génie plus de ressort, et à ces dons du ciel succède une langueur, une inertie qui s'oppose à toute création. Les Chinois n'ont qu'une instruction constante. La génération nouvelle n'en sait pas plus que la dernière, les connaissances ne s'accroissent pas entre leurs mains, et le temps s'écoule inutilement pour eux. On ne peut donc pas dire que tous les hommes se ressemblent; car le peuple qui vit dans cette indolence et dans cette inertie, ne ressemble point à ceux qui ont produit Descartes et Neuwton.

## ARTICLE IV.

### *Des Époques les plus célèbres, et de la manière d'en compter les années.*

L'époque de la création du monde, d'après les calculs de la Genèse, paraît être à l'an 730 de la période julienne, 3984 ans avant J. C. (*Doct. tem.*, tom. 2, pag. 282, éd. de 1705); ce qui fait 3983 suivant la méthode des astronomes. Mais il y a des Grecs, comme St.-Clément d'Alexandrie, qui comptent 5624 ans.

L'ère des olympiades commence à l'année 3938 de la période julienne, 776 avant l'ère chrétienne; ce qui fait 775 suivant la forme des tables astronomiques. Le cycle solaire était 18, le cycle lunaire 5 et l'indiction 8. Les Athéniens comptaient ces années de la nouvelle lune la plus voisine du solstice d'été, c'est-à-dire d'un des jours des mois de juin ou de juillet; il y a sur cet article quelques différences d'opinions parmi les chronologistes, mais il n'y en a point sur l'année de cette date. (*Pet.*, liv. IX, chap. 40.)

La fondation de Rome, selon Varron, Cicéron, Pline, Tacite, Plutarque, Censorinus, Baronius, Petau, Riccioli, se rapporte au 21 avril 3961 de la période julienne, 753 ans avant J. C. ( 752 suiv. les astronomes. ) Censorius et la plupart des savans, les empereurs même dans les jeux séculaires, ont adopté cette manière de compter, qui forme les années varroniennes de la fondation de Rome, quoique cette ville ait été fondée deux ans plus tard, selon les fragmens des fastes du Capitole de Verrius Flaccus. Voyez *Fastorum anni Romani reliquiæ*, *Fuggini*, 1779. L'année 753 avant J. C. avait 13 de cycle solaire, 9 de cycle lunaire, et 1 d'indiction (Riccioli, *Astron. reform.*, 1665, p. 16; *Chron. reform.*, 1669, p. 150).

L'ère de Nabonassar, célèbre par les calculs d'Hipparque et de Ptolémée, est celle de la fondation du royaume de Babylone, ou de la quatrième et dernière monarchie de l'empire des Assyriens, Nabonassar s'étant emparé pour lors de la ville de Babylone. Cette ère commence à l'an 3967 de la période julienne, 747 avant J. C. (746 suivant les astronomes). Le commencement du mois thoth tombe au 26 février à midi, au méridien d'Alexandrie, ou une heure cinquante minutes vingt-deux secondes avant midi, au méridien de Paris. Cette année-là le cycle solaire était 19, le cycle lunaire 15, le cycle d'indiction 7. De cette époque se comptent les années égyptiennes de 365 jours (1); et après

(1) Il y avait autour du tombeau d'*Osymandias*, roi de Thèbes ou d'Héliopolis, qui vivait plus de 1600 ans avant J. C., un cercle d'or de 365 coudées (chacune de 20 pouc. ½); on voyait un jour de l'année à chaque coudée, avec le lever

1460 années complètes, la 1461ᵉ se retrouve commencer au 26 février.

La mort d'Alexandre arriva le 19 juillet l'an 4390 de la période julienne, 324 ans avant J. C. ( ou 323 suiv. les astron. ), et la septième année de la période calippique. Ptolémée dit qu'il y a 424 ans de la première année de Nabonassar jusqu'à la mort d'Alexandre, et 294 jusqu'à la première année du règne d'Auguste.

L'ère des Séleucides tombe à l'an 4402 de la période julienne, 312 ans avant J. C., (311 suiv. les astronomes. )

L'ère chrétienne, ou la première année de J. C., est la 4714ᵉ de la période julienne. Cette année on avait 10 de cycle solaire, 2 de cycle lunaire, 4 d'indiction romaine; c'est la 46ᵉ à compter depuis la réformation du calendrier par Jules-César; elle concourt depuis le premier janvier jusqu'au 21 avril, avec l'année de Rome 753, et ensuite avec l'année 754. Avant la nouvelle lune la plus proche du solstice d'été, elle concourt avec la 4ᵉ année de la 194ᵉ olympiade, et le reste de l'année est dans la première de la 195ᵉ olympiade. Jusqu'au 23 août, à midi, elle concourut avec l'année 748 de Nabonassar, et avec l'année 324 de la mort d'Alexandre; mais dans le reste de cette année-là, on compta 749 et 325 ( ast. reform., tab. XXII. )

---

et le coucher des étoiles qui répondaient à chaque jour. Newton croit que c'était en mémoire de l'établissement de l'année de 365 jours. Ce cercle fut enlevé sous le règne de Cambyse, roi de Perse, lors de la conquête de l'Égypte, 524 ans avant J. C.

La naissance effective de J. C. tombe à la fin de l'année deux avant l'ère chrétienne, ou 4711ᵉ de la périòde julienne, suivant Baronius et Scaliger, et même deux ans plutôt, suivant quelques auteurs. Le P. Alexandre, dans sa grande *Histoire ecclésiastique*, la fixe à la fin de l'année 4 avant l'ère vulgaire. ( *Dissert. I*, t. III, p. 65 et 66. )

L'époque des Turcs, appelée *hégire*, commence à la fuite de Mahomet quand il sortit de la Mecque; elle tombe au vendredi 16 juillet 622, ou 5335 de la période julienne. Il y a une autre secte d'Arabes qui place le commencement de l'hégire au jeudi 15 juillet.

Les années arabes sont de 354 jours 8 heures 48 minutes, et les années civiles sont des années de 354, et ensuite de 355 jours; ainsi douze années juliennes font 12 ans 130 jours 14 heures 24 minutes. Ils partagent leurs années en cycles de 30 ans, dans lesquels ils font dix-neuf années communes de 354 jours, et onze de 355; savoir : les années 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, 29 de chaque cycle. ( *Petau*, p. 410. ) Leur cycle a commencé en 1815 le 3 décembre, avec l'année 1231 de l'hégire.

On trouve des Tables détaillées de la correspondance des années arabes avec les années juliennes, dans le P. Petau (*lib.* VII, *c.* 22), dans Riccioli, dans le Livre d'*Ulug-Beg*, intitulé : *Epochæ celebriores*, que Gravius publia à Londres, en 1650, et dans le catalogue d'étoiles d'Ulug-Beg, qui fut publié avec des commentaires, par Thomas Hyde, à Oxford, en 1665.

On peut voir la comparaison détaillée des Ca-

lendriers et des époques usités chez les Romains, les Égyptiens, les Arabes, les Perses, les Syriens, et les Hébreux, dans le commentaire sur le premier chapitre d'Alfragan, ajouté par Cristman à l'édition de 1590, in-8°; dans Riccioli (*Chron. reform.*); dans Petau, etc.

C'est ici que je terminerai ce que j'avais à dire du Calendrier et de la chronologie; j'ai été trop concis pour ceux que la curiosité porte spécialement à l'étude de l'histoire, mais trop long pour ceux qui ne cherchent dans ce Livre que la véritable mesure du temps. Je reprends donc la filiation des instrumens propres à cette mesure, qui nous conduira ensuite à quelques notions astronomiques sur la distinction du temps vrai, du temps moyen, du temps sidéral, et à la démonstration des causes de l'équation du temps, etc.



# QUATRIÈME PARTIE.

*Des Instrumens propres à mesurer le Temps.*

## ARTICLE PREMIER.

*Réflexions sur l'art de mesurer le Temps.*

Si tout ce qui est dans l'univers devenait immobile, nous ne pourrions plus déterminer la quantité du temps; et la durée des choses s'écoulerait sans distinction de ses parties.

Les corps qui se meuvent sont donc les seules mesures de la durée ou du temps; car un corps ne pouvant pas être dans plusieurs lieux à la fois, il ne parvient d'un endroit à un autre, qu'en passant successivement par tous les lieux intermédiaires. Si l'on est assuré qu'à chaque point de la ligne qu'il décrit, il est animé de la même force, il la décrira d'un mouvement uniforme, et les parties de cette ligne pourront mesurer le temps employé à les parcourir.

Les mesures du temps qui naissent de la révolution apparente du soleil autour de la terre, paraissent être celles dont on a d'abord fait usage (1). Les

(1) 1re p., art. VII.

gnomons ont été les premiers instrumens qu'on ait employés, parce que la nature les indiquait, pour ainsi dire, aux hommes : les montagnes, les arbres, les édifices sont autant de gnomons naturels qui ont fait naître l'idée des gnomons artificiels qu'on a élevés dans presque tous les climats. Selon Hérodote, Anaximandre, qui vivait 544 ou 546 ans avant J. C., fit le premier connaître, à Lacédémone et dans la Grèce, les horloges ou cadrans solaires; mais les Juifs et les autres peuples de l'Orient en firent usage auparavant : l'horloge d'Achaz paraît devoir faire remonter cette découverte jusqu'à l'an 727 au moins, avant J. C., Falconet soupçonne que les Juifs avaient reçu cette invention des Phéniciens ou des Chaldéens : il ne serait point étonnant qu'elle eût passé des Babyloniens aux Syriens, et de Damas à la Judée.

Le premier cadran solaire que l'on vit à Rome avait été apporté d'une ville de Sicile, prise l'an de Rome 477, et inanguré sur la place publique. Quoiqu'il n'eût pas été tracé pour le climat du *Latium*, et que ses lignes ne répondissent pas exactement aux heures, le peuple romain ne laissa pas d'en faire usage pendant quatre-vingt-dix-neuf ans; mais le censenr Q. Marcius Philippus en fit tracer un plus régulier, et cet acte fut regardé comme un des plus grands bienfaits de sa censure, et le plus digne de la reconnaissance publique.

Mais les cadrans solaires les plus parfaits n'étant d'aucun secours en l'absence du soleil, pour y suppléer, les hommes jettèrent bientôt les premiers fondemens de l'horlogerie, cet art que l'on peut regarder, dit le Père Alexandre, comme le chef-d'œuvre de l'invention humaine.

En effet, il n'en est aucun qui renferme une in-

dustrie aussi délicate, des traits de génie aussi marqués, un plus grand nombre d'inventions savantes, également capables d'instruire, d'amuser et de faire naître de nouvelles idées pour la composition de tout ouvrage de mécanique.

Parcourons les productions de l'industrie humaine les plus admirées, les différentes sortes de moulins, les pompes les plus ingénieuses, les automates les plus surprenans, les métiers à faire les étoffes, les galons, etc. Quoique tous ces ouvrages soient remarquables par la sagacité qu'on y découvre, il faut convenir néaumoins que les premiers élémens de la mécanique ont suffi à ceux qui les ont imaginés, et que ces inventions ne contiennent, pour la plupart, qu'une seule idée répétée un grand nombre de fois.

Le métier à faire les bas, par exemple, est composé de plus de trois mille pièces; il n'y règne cependant qu'un artifice répété pour chaque maille. De même, dans une figure automate, le mécanisme employé pour le mouvement de son bras, sert aussi pour celui de sa jambe; lorsque l'on est parvenu à lui faire remuer un doigt, l'on fait aisément mouvoir les neuf autres, etc. : si cent livres de poids ne suffisent pas pour faire marcher la machine, on en met deux cents, etc. : elle ne doit représenter que par intervalles; qu'importe qu'elle soit sujette aux plus grands dérangemens, pourvu que les spectateurs ne s'en aperçoivent pas ?

Il n'en est pas de même d'un ouvrage de mécanique destiné à mesurer le temps; tout doit y être arrangé, combiné avec une sage économie; et chaque pièce qui le compose contient souvent, comme nous le verrons bientôt, un artifice particulier.

Mais ce qui doit sur-tout distinguer l'horlogerie

des autres arts, où, pour réussir, il ne faut souvent que des connaissances assez bornées dans la mécanique, c'est une connexion intime qui lui est propre avec les sciences auxquelles elle est subordonnée, et dont elle fait partie : c'est pour cette raison que les auteurs des plus belles découvertes dans cet art, Galilée, Huyghens, le docteur Hook et quelques autres, n'y ont été conduits que par les plus grandes lumières de la géométrie.

## ARTICLE II.

### *Des Mesures du Temps ou Horloges anciennes.*

On attribue aux Égyptiens la division du jour en vingt-quatre parties égales, et l'on en raconte une origine plaisante. Quelques auteurs disent qu'Hermès, ou Mercure-Trismégiste, ayant observé le premier qu'une espèce de singe, appelé *Cynocéphale*, consacré à Sérapis, jetait son urine douze fois par jour et autant la nuit, en des intervalles égaux, s'en servit ensuite pour mesurer les heures du jour. Ils font même dériver le mot *heure* d'un nom grec qui signifie *urine*. Il est vraisemblable que l'observation d'Hermès donna l'idée des clepsydres, qui sont de l'antiquité la plus reculée.

Les Chinois ont fort anciennement l'usage des clepsydres et du gnomon. Les usages des gnomons sont détaillés dans un ouvrage écrit 206 ans avant J. C., où l'on recueillit les anciennes connaissances après la guerre qu'un empereur barbare fit à la lumière et aux livres des sciences (pag. 59).

L'art de diviser la journée ne parut que tard à Rome; car on n'y connut, jusqu'au-delà du cinquième siècle de sa fondation, que le lever et le

coucher du soleil avec le midi. Ce dernier était marqué par l'arrivée du soleil, entre la tribune aux harangues et un lieu nommé *Græcostasis* (1). Alors un héraut, préposé à guetter le moment, le proclamait au peuple : les gens de qualité, à l'imitation des Grecs, avaient des esclaves qui leur en apportaient l'annonce.

On trouve dans Sextus Empiricus, auteur du second siècle ( *Contra mathematicos*, p. 342, éd. de 1718 ), la manière dont les Chaldéens avaient divisé le zodiaque. On remarqua une des étoiles les plus brillantes; et, remplissant d'eau un grand vase percé d'une petite ouverture, du moment où l'étoile se levait on laissait couler l'eau dans un autre vase jusqu'au lendemain au lever de la même étoile; partageant ensuite cette eau en douze portions égales, on remarqua le temps qu'il fallait à chacune pour s'écouler, et l'on observa les étoiles qui se levaient à chaque douzième. C'est ainsi qu'on marqua les douze signes ou les douze portions du zodiaque (2).

---

(1) Comme c'était le qnartier où logeaient les ambassadeurs grecs, je ne voudrais pas assnrer que les Romains s'en aperçurent les premiers.

(2) S'ils pensèrent qne la donzième partie de cette eau mesnrait, en s'écoulant, la donzième partie de l'équatenr, c'était une erreur; l'eau tombe d'autant plus vite, sort avec d'autant plus d'abondance dans le même temps, qu'elle tombe de plus haut, que le vase est plns plein. Par cette méthode, la première donzième partie, en s'éconlant, répondrait à la 24^e^ partie de l'éqnatenr, et la dernière portion d'eau à une portion plns grande que le qnart de la circonférence. Cette erreur était trop sensible pour qne les anciens ne s'en soient pas d'abord aperçns.

Ils ont imaginé, sans doute, pour remédier à l'inégalité

Les astronomes n'auraient point employé la chute de l'eau pour partager le ciel en douze parties, si l'on avait eu un cercle divisé : cet instrument aurait donné directement la division cherchée ; et, comme il est d'une haute antiquité, on voit que l'origine des clepsydres se perd dans les temps les plus reculés. C'est le cercle divisé, ce sont les *armilles* anciennes qui donnèrent naissance aux cadrans. Un cadran solaire n'est qu'un cercle décrit sur un plan, une armille simplifiée. Ce cercle divisé en 60 degrés, comme il l'était jadis, ou relativement aux douze portions de l'équateur, fournit deux divisions du jour, l'une plus générale, et qui semble plus ancienne, en soixante parties, l'autre en douze. Ces heures furent d'abord égales : elles n'auraient point été proposées pour la mesure du temps, si elles avaient été inégales : d'ailleurs l'instrument même, le cadran les donnait telles. On n'aurait pu construire des cadrans qui indiquassent des heures inégales, sans le secours de la méthode des projections, qui est assez moderne, et très-postérieure à l'invention des cadrans. Les heures ne devinrent inégales que lorsqu'elles passèrent de l'usage astronomique à l'usage civil.

Les astronomes appellent *jour*, ou *jour artificiel* ( 1^re part., art. 7 ), la durée d'une révolution entière du soleil. Le jour artificiel embrasse un jour naturel et la nuit consécutive. Le peuple qui veille

---

de la chute de l'eau, de renverser cette eau dans le vase, à mesure que chaque 12^e partie était écoulée. C'était le moyen d'avoir toujours le vase plein et la chute égale. Il est arrivé seulement que l'équateur a été partagé en 24 parties, au lieu de l'être en douze.

pour travailler quand le soleil l'éclaire, qui dort quand il l'abandonne, ne put concevoir qu'on appelât *jour* un assemblage de lumière et de ténèbres, de travail et de repos; il dénatura une division utile, et l'ignorance la rendit inexacte pour la plier à son usage; elle ne s'embarrassa pas si le temps s'écoule également pendant que les hommes se livrent au sommeil; elle appliqua les douze heures au jour naturel, au temps de la présence du soleil. La multitude résiste par sa masse et par la force d'inertie; elle fait la loi au petit nombre d'esprits supérieurs : il fallut céder à l'ignorance, qu'on ne put éclairer, et l'on doubla le nombre des heures pour que la nuit fût mesurée comme le jour. On eut donc vingt-quatre heures. Mais la science fit plus; après avoir laissé la victoire à son ennemie, elle fut obligée de venir à son secours et de remédier aux suites de son obstination. Les jours étant inégaux, les heures deviennent inégales comme eux dans les différens temps de l'année. Le peuple avait, sans doute comme nos laboureurs, quelque moyen grossier, produit par l'inspection habituelle du spectacle du ciel, pour faire le partage des heures du jour; mais ce partage se faisait mal : les heures de chaque jour devaient être égales entre elles, elles ne l'étaient pas. La science tira de ses méthodes et de ses inventions nouvelles la construction des horloges et des cadrans composés, qui partageaient la durée inégale des jours en douze parties égales : cette perfection fut l'ouvrage de l'école d'Alexandrie. Vitruve nous a conservé une nomenclature et une description de ces différens instrumens, entre autres de la fameuse clepsydre de Ctésibius, qui passe pour avoir été la première de cette espèce.

Suivant les recherches de Falconet, ce ne fut que vers le commencement du quatorzième siècle de notre ère, que l'on fit des horloges mécaniques sans le secours de l'eau (1).

Les savans sont peu d'accord sur cette invention. Les uns l'attribuent à Pacificus, archidiacre de Vérone, excellent mathématicien, mort en 849; d'autres à Gerbert; d'autres à Walingfort, bénédictin anglais; d'autres à Régiomontanus, qui naquit en l'année 1436, etc. Peut-être ont-ils tous raison. Il était au-dessus des forces de l'esprit humain de faire parvenir tout de suite à sa perfection un art aussi compliqué, il fallait des siècles pour cela. Ainsi les clepsydres à roues auront donné l'idée du rouage; Pacificus aura peut-être inventé le modérateur ou balancier; Gerbert, ou un autre, l'échappement à roue de rencontre, le plus anciennement connu, et dont on fait encore généralement usage dans les montres ordinaires; Walingfort, ou ses prédécesseurs, auront enfin, vers le commencement du quatorzième siècle, supprimé l'action de l'eau ou du sable pour y substituer celle d'un poids moteur, etc.

Quoi qu'il en soit, une horloge, dans ce temps-là, était déja composée, 1° d'une force motrice, c'est-à-dire d'un poids; 2° de plusieurs roues et pignons formant ce qu'on appelle un *rouage;* 3° d'un échappement; 4° enfin, d'un modérateur ou balancier. Voici quelles étaient les fonctions de toutes ces parties.

Le *modérateur,* par sa masse ou inertie, retar-

---

(1) On les connaissait dès l'an 1120. *Journal des Savans*, 1782, p. 192.

dait le mouvement du rouage qui, sans cet obstacle, se serait mû avec une vîtesse prodigieuse par l'action du poids. Cet effet s'opérait par un mécanisme dont on peut voir le jeu en ouvrant une montre ordinaire. En examinant l'intérieur de cette machine avec attention, on apercevra que la dernière roue, nommée *roue de rencontre*, dont l'axe est parallèle aux platines, et perpendiculaire à l'axe du balancier, pousse alternativement deux petites ailes ou palettes qui s'élèvent sur cet axe, et forment entre elles un angle d'environ 100 degrés; qu'une de ces palettes ayant été poussée, celle qui lui est opposée s'avance dans les dents de la roue, et la fait d'abord un peu reculer jusqu'à ce qu'elle soit poussée à son tour par cette roue, etc., c'est ce que l'on nomme l'*échappement*. Par son moyen, le modérateur recevait le mouvement du poids ou moteur, mais de manière que l'espace parcouru par ce moteur, dans sa descente, étant extrêmement diminué, on n'était pas dans la nécessité de le remonter continuellement : cela s'exécutait au moyen du *rouage*.

Pour bien entendre cet effet, supposons que ce rouage fût composé de trois roues de même grandeur, et de quarante-huit dents chacune, et que les deux dernières fussent montées sur des arbres ou tiges portant des pignons de douze ailes; il est certain que, les roues engrenant dans les pignons, dans ce cas, la première, sur laquelle le moteur agit immédiatement, ne fait que le quart d'un tour, tandis que la seconde fait un tour entier; car, dans ce quart, elle porte douze dents qui, s'étant appliquées successivement sur chaque aile du pignon de douze ailes, lui ont fait faire une révolution, ainsi qu'à la roue qui lui est centralement adaptée. On fera le

même raisonnement pour l'autre roue et son pignon. Ainsi, pour avoir le nombre de ses tours pour un de la première, il faudra multiplier quatre, nombre des tours que cette première fait faire à la seconde pour un des siens, par 4 que fait la dernière pour un de la seconde, ce qui donne 16; d'où il suit que le poids adapté à la première, au moyen d'une poulie, d'un cylindre, etc., arrivait seize fois plus tard au bas de sa descente, que si cette roue avait été seule, et que l'effort de ce poids, par les lois de la mécanique, était seize fois moins considérable à la circonférence de la troisième roue qu'à celle de la première.

Il est aisé de concevoir que si l'on ajoutait au rouage précédent un troisième pignon et une quatrième roue, elle ferait soixante-quatre tours pour un de la première, ainsi de suite; et qu'en changeant le rapport des nombres des pignons et des roues, on augmente, ou diminue à volonté les tours de la dernière par rapport à ceux de la première; que par conséquent on est maître de faire descendre le poids aussi lentement qu'on le souhaite, et de faire marcher la machine un jour, un mois, un an, etc., sans qu'il soit besoin de remonter ce poids.

Si les horloges qui précédèrent la découverte et l'application du pendule et du ressort spiral surpassèrent celles des Anciens par leur commodité, il y a lieu de croire qu'elles leur étaient inférieures du côté de la justesse; car nous voyons que Tycho-Brahé, dans l'avant-dernier siècle, s'est servi de clepsydres pour observer le mouvement des astres (1),

(1) Tycho-Brahé avait quatre horloges qui marquaient les

et que Dudley faisait par leur moyen toutes ses observations maritimes.

De toutes les clepsydres le tambour contenant des cloisons, suspendu par des cordons le long desquels il descend, parait la plus ingénieuse. On peut en voir la description dans le *Traité général des Horloges du P. Alexandre*, p. 73.

## ARTICLE III.

### *De la Sonnerie.*

C'était sans doute une grande découverte que celle des cadrans solaires; ce n'en était pas une moindre d'avoir trouvé le moyen d'y suppléer en l'absence du soleil; mais ce n'était pas assez pour cette espèce d'ambition qui, à mesure que nos désirs sont satisfaits, nous en fait former de nouveaux : on exigea de l'art que, même en l'absence de toute lumière, on fût instruit par son moyen des différentes périodes de temps qui s'écoulaient : on y parvint par la sonnerie, dont on voit le germe dans la clepsydre que le calife Haroun envoya à Charlemagne, l'an 807.

---

minutes et les secondes; la plus grosse n'avait que trois roues, dont la première et la plus grande avait trois pieds de diamètre et douze cents dents. On se servait toujours de deux horloges à la fois. Hévélius employa aussi les meilleures horloges de son temps.

Dans les observations de Walherus, faites vers l'an 1500, publiées par Schoner, on lit (pag. 50,) que l'horloge dont il se servait était très-bien réglée; que d'un midi à l'autre elle se retrouvait parfaitement d'accord avec le soleil, et que les temps marqués sur l'horloge étaient presque les mêmes que ceux qu'on tirait du calcul.

On se propose deux choses en construisant une sonnerie ; la première, de faire frapper au marteau, levé par l'action d'une force motrice, le nombre de coups indiqué par les aiguilles ; la seconde, de mettre un intervalle raisonnable entre chacun de ces coups.

Pour remplir ce dernier objet, on emploie dans les pendules ordinaires à poids, quatre roues, dont la deuxième, qu'on appelle *roue de chevilles*, parce qu'elle porte des chevilles à sa circonférence, sert seule à lever le marteau par chacune de ces chevilles, et au moyen d'un levier placé sur la tige du marteau. Quant aux autres roues, elles ne font que concourir avec la précédente à augmenter les tours du volant, c'est-à-dire d'un pignon sur lequel sont ajustées deux ailes de cuivre. L'obstacle que l'air oppose à ce volant étant considérable, vu le grand nombre de tours que la dernière roue lui fait faire, le retard qui en résulte dans la vitesse des roues, joint à celui qu'occasionne leur propre inertie, le frottement des engrenages et des pivots, suffisent pour mettre, entre chaque coup de marteau, l'intervalle nécessaire, et pour que le levier du marteau, après avoir été écarté par l'une des chevilles, ne soit pas subitement rencontré par la suivante, qui, pour lors, empêcherait le marteau de frapper sur le timbre.

A l'égard de l'autre effet de la sonnerie, il s'exécute dans les pendules ordinaires au moyen de deux petits crochets ou détentes qui arrêtent le rouage et ne le laissent tourner qu'au moment où l'aiguille des minutes étant sur midi ou six heures (60 et 30 minutes), ces détentes ont été levées par une des roues qui sont sous le cadran.

Le nombre de coups que doit sonner la pendule est déterminé par une roue qui fait une révolution en douze heures : on l'appelle *chaperon, roue de compte, etc.* : elle est vue sur la platine de derrière dans les pendules à sonnerie. Elle porte douze entailles placées à différentes distances relatives au nombre de coups à sonner ; et lorsque la détente s'appuie sur sa circonférence, ce qui arrive quand la machine sonne, elle tient la détente levée jusqu'à ce qu'une entaille, venant à se présenter par le mouvement de la roue, lui permette de tomber et d'arrêter le rouage.

Tel est l'effet des pendules à sonnerie. Accoutumés que nous sommes à les voir et à les entendre, elles ne produisent qu'une faible sensation sur nous ; sans l'habitude d'en jouir, peut-être serions-nous moins surpris de ce qu'on rapporte des Chinois, qui furent si émerveillés des premières horloges qu'on leur porta, qu'ils mirent des gardes auprès pour épier si quelqu'un ne venait point les faire sonner.

## ARTICLE IV.

### *Progrès de l'Horlogerie depuis le quatorzième siècle jusqu'au seizième.*

L'horlogerie, qui avait pris naissance dans le quatorzième siècle, se perfectionnait lentement. On s'appliqua d'abord à enrichir les horloges d'un grand nombre de curiosités : il n'y avait point de ville un peu considérable qui n'offrît quelque singularité en ce genre. La même raison qui engageait alors les pélerins à représenter les mystères et à jouer, comme l'a dit un poëte, *les Saints, la Vierge,*

*et Dieu par piété*, faisait que ces horloges offraient aussi quelques sujets pieux.

Ces chefs-d'œuvre si vantés qui, s'il faut en croire une tradition vulgaire, ont fait crever les yeux à quelques-uns de leurs auteurs, ne sont plus admirés que du peuple, et destinés qu'à faire l'ornement d'une foire. On sait qu'une pièce d'horlogerie est particulièrement recommandable par sa justesse et sa précision.

Ce fut au commencement du quatorzième siècle que Richard Walingfort, bénédictin anglais, inventa et fit exécuter pour le couvent de Saint-Albans, dont il était abbé, une horloge qui était une merveille; car elle ne montrait pas seulement les heures, mais encore le cours du soleil et de la lune, les heures des marées, avec une multitude d'autres choses. Il écrivit sur cela un ouvrage qui existe encore en manuscrit dans la bibliothèque de Bodley. Richard Walingfort vivait en 1326 : il était né dans une condition obscure, et fils d'un forgeron.

Jacques de Dondis, citoyen de Padoue, qui réunissait, dans un degré éminent pour son siècle, les qualités de philosophe, de médecin, d'astronome et de mécanicien, fit faire une horloge, en 1344, où l'on voyait le cours du soleil et des planètes : ce bel ouvrage lui mérita le surnom d'*Horologius*, dont sa famille se fait honneur à Florence, où elle subsiste encore. Jacques de Dondis eut un fils nommé *Jean*, qui fut aussi astronome et mécanicien. Il fit une semblable horloge, et même plus curieuse, qui fut placée à Pavie. Cette horloge s'étant dérangée après la mort de l'auteur, Galéas Visconti, duc de Milan, la fit réparer par Guillaume Zélandin, qui était probablement un Hollandais de la province de Zélande.

Charles-Quint la fit réparer de nouveau par Janellus Turianus, mécanicien de ce siècle, qu'il s'était attaché, et avec lequel, las enfin des soucis de l'empire et des troubles que son ambition avait excités dans toute l'Europe, il s'amusa de mécanique dans les dernières années de sa vie.

Tout le monde connaît la fameuse horloge de la cathédrale de Strasbourg. Le mathématicien Conrard Dasypodius, qui a donné une description de ce bel ouvrage en 1580, en est regardé comme l'auteur. (Melchior Adam, *Vitæ Germ. Philos.*)

L'horloge de Saint-Jean de Lyon, également célèbre, fut construite, en 1598, par Nicolas Lippius, de Bâle; rétablie et augmentée, en 1660, par Guillaume Nourrisson, habile horloger de Lyon. Les autres horloges célèbres sont celles de Nuremberg, où les jours et les nuits, malgré leurs inégalités, étaient partagés chacun également pendant toute l'année; celle de Médina del Campo, d'Ausbourg, de Liége, de Venise, etc.

La plupart des ouvrages dont nous venons de parler étaient d'un fort gros volume : on les plaçait dans des tours ou dans des clochers. Une montre qui par sa grosseur nous paraîtrait actuellement ridicule, aurait effrayé les horlogers de ce temps-là par sa seule petitesse.

Cependant, à mesure que l'art fit des progrès, la grandeur des horloges diminua : peu-à-peu l'on parvint à les placer dans les appartemens; mais pour en venir à les rendre portatives, il fallut faire une découverte importante, celle d'une force motrice qui, pouvant agir dans tous les sens, n'occupât que le moindre volume; il fallut trouver le ressort.

L'on ne sait rien de précis sur la date de cette

invention : il paraît cependant qu'elle précéda le milieu du seizième siècle ; car l'histoire, en faisant mention du goût particulier que Charles-Quint avait pour l'horlogerie, rapporte qu'on présenta une montre à ce prince ; quelques personnes prétendent que c'était seulement une horloge que l'on pouvait transporter et placer sur une table ; mais dans cette supposition, il fallait toujours qu'elle eût un ressort dont le développement produisît l'effet du poids moteur. On peut donc fixer l'époque de cette découverte vers l'année 1550.

Il paraît même que dès ce temps le ressort avait déja la forme spirale qu'il a conservée ; qu'il était, comme il l'est actuellement, enfermé dans un barillet ou tambour ; que son extrémité extérieure était attachée à ce tambour, et l'intérieure à un arbre autour duquel il se développait, entraînant et faisant tourner avec lui le barillet autour de son arbre, et par ce moyen les roues, l'arbre restant fixe, comme cela s'exécute encore actuellement (1).

Les montres que l'on avait à la cour de Charles IX et de Henri III, prouvent ce que j'avance. Il s'en trouve de ce temps-là qui sont fort bien travaillées, et de toutes grandeurs, petites, plates, en forme de glands, de coquilles, et dans des bagues ; d'autres qui sont construites pour marcher long-temps. Derham dit qu'il en a vu une qui avait appartenu

---

(1) J'ai vu des horloges à ressort de tous les âges. J'en ai possédé plusieurs anciennes que j'avais acquises pour mon instruction dans l'histoire de l'art ; mais toutes avaient le barillet fixé à la platine, et par conséquent un arbre tournant.

à Henri VIII, qui marchait pendant toute une semaine : le temps du développement du ressort était prolongé par les roues, comme on l'a expliqué ci-devant (art. II) pour celui de la descente du poids.

Cependant on s'aperçut bientôt que l'action du ressort étant beaucoup plus grande dans le haut de sa tension que vers la fin, il en résultait de grandes variations dans la marche de la montre. On y remédia par une mécanique appelée *staak freed*. C'est une espèce de courbe au moyen de laquelle ce ressort (appelé *grand ressort du barillet*) remontait un ressort droit qui s'opposait à son action lorsqu'il était dans sa plus grande force dans les premiers tours, et la favorisait dans les derniers lorsqu'il agissait plus faiblement. Ce moyen, quoique ingénieux, fut abandonné lorsqu'on eut imaginé la fusée, qui est une des plus belles inventions de l'horlogerie.

C'est cette pièce formée en cloche, qui a une roue à sa base, et qui porte des spires sur lesquelles la chaîne s'enveloppe quand on remonte la montre. Au moyen de l'inégalité de ses diamètres, elle compense celle du ressort qui agit par le petit diamètre de cette fusée quand il est au haut de la bande, et par sa base quand il est vers la fin.

Telle était à peu près la disposition des montres, lorsque le petit ressort qu'on met sous le balancier, et que les horlogers appellent *ressort spiral* ou *ressort réglant*, inventé vers l'an 1675, et que trois hommes célèbres se disputèrent, donna bientôt aux montres une justesse qui paraît presque incroyable à ceux qui peuvent juger de la multitude de causes qui concourent à les faire varier. Nous expliquerons bientôt ce qui produit cette grande justesse : l'ordre

demande que nous parlions auparavant du pendule et de son application à l'horloge.

## ARTICLE V.

### *Du Pendule simple.*

Pour faire un pendule simple, l'on suspend une boule de plomb, de cuivre ou d'argent, de 4 ou 5 lignes de diamètre, à un fil de soie bien délié, ou, pour le mieux, à un fil de pite, en sorte que la longueur entre le centre de la boule et le point de suspension, soit exactement de 36 pouces 8 lignes 1/2. Ce pendule ainsi construit, mis en mouvement, en sorte que la boule, à chaque vibration, ne fasse que quelques pouces de chemin, a un mouvement fort régulier qui dure plus d'une demi-heure, et sert à mesurer exactement la durée du temps. Chaque vibration s'achève en une seconde de temps, ou la soixantième partie d'une minute; et par conséquent une heure en contient 3600, et un jour 86400.

L'on entend par *vibration* le mouvement qu'un pendule fait en allant d'un côté à l'autre; de sorte que l'aller et le retour font deux vibrations.

Un pendule construit de la même manière, et dont la longueur, jusqu'au centre de la boule, est de 9 pouces 3 lignes 1/8, fait chaque vibration en une demi-seconde, et 120 vibrations en une minute.

Ces longueurs supposent que le centre d'oscillation passe par le centre de la boule, mais cela n'est pas exact. La sphère suspendue par un point de sa surface ayant son centre d'oscillation au-dessous de son centre de figure et de gravité, de 2/5 du rayon; si on la suspend au bout d'un fil pour en former un

pendule, et que l'on demande quel sera son centre d'oscillation, on fera cette analogie : *Comme la longueur du fil est au rayon de la sphère*, ainsi les 2/5 *du rayon sont à une quatrième proportionnelle ;* ce sera la quantité dont le centre d'oscillation descendra au-dessous du centre de figure. Par conséquent lorsque l'on connaîtra le diamètre de la sphère que l'on veut mettre en vibration, et la longueur précise que doit avoir un pendule pour battre, par exemple, les secondes, il sera facile de trouver la distance du centre de la sphère au point de suspension. Ou au contraire ayant la distance du centre de la sphère mise en vibration, et battant les secondes, l'on connaîtra facilement la longueur précise du pendule simple et mathématique, qui fait ses vibrations dans une seconde.

## ARTICLE VI.

### *Du Pendule appliqué à l'Horloge.*

Si quelqu'un eût avancé, au commencement du seizième siècle, que l'on découvrirait une mesure du temps si exacte qu'elle ne varierait pas d'une seconde en vingt-quatre heures, sa bonne foi eût été vraisemblablement fort suspecte. C'est pourtant ce que nous fournit aujourd'hui l'application du pendule à l'horloge.

Cette exactitude surprenante des horloges à secondes, dont le pendule décrit des arcs qui n'excèdent pas trois degrés, vient de deux causes, 1° du peu de mouvement que perd le régulateur par la résistance de l'air et celle de la suspension ; d'où il suit que, pouvant osciller pendant plus d'un jour, sans aucun secours étranger, l'action de la force

motrice qui l'entretient en mouvement devient très-petite, et les variations qui naissent des frottemens et de l'usure presque insensibles; au lieu que, dans les horloges anciennes, le mouvement communiqué au modérateur ou balancier, par le moteur, étant continuellement détruit, ce moteur, avec tous les frottemens et autres causes de variations qui en dépendent, devenait dans un rapport extrêmement grand, eu égard au modérateur, d'où résultaient les plus grandes variations dans la marche de l'horloge.

La seconde cause qui rend les horloges à pendule si exactes, vient de l'*isochronisme*, ou égalité en temps des vibrations du pendule libre.

Par exemple, le calcul fait voir qu'un pendule libre, qui parcourt 3 degrés 1/2 dans ses vibrations, ne retarde que de 2 secondes environ en vingt-quatre heures, sur un autre de même longueur qui décrit des arcs de 2 degrés 1/2. Or il faut, dans la plupart des horloges, que la force motrice diminue de plus de moitié, pour que, du premier arc, le pendule soit réduit à décrire le second. Ainsi, par une diminution de moitié dans la force motrice, l'horloge à pendule, dont le régulateur serait successivement dans le cas ci-dessus, ne varierait que de 2 secondes en vingt-quatre heures (1); au lieu que, par le calcul et les expériences que j'en ai faites, la même diminution dans la force motrice produirait environ quatre heures de retard dans une horloge à balancier, telles qu'étaient les anciennes.

Galilée avait déja fait beaucoup d'observations sur

(1) La durée d'une oscillation augmente par l'étendue des arcs, de sa huitième partie multipliée par le sinus-verse, ou la hauteur de l'arc. (*Euleri mecanica*, t. II, art. 161.)

le pendule, et en avait donné la théorie : Riccioli, Langrenne, Wendelin, le P. Mersenne et plusieurs autres, en avaient fait usage avant son application à l'horloge; mais c'était en comptant les vibrations qu'il faisait dans l'espace de temps qu'ils voulaient connaître. Les philosophes passaient souvent des jours et des nuits dans cette ennuyeuse occupation (1). Une telle constance prouve à quel point une exacte mesure du temps est nécessaire dans la physique et dans l'astronomie.

## ARTICLE VII.

*De l'invention du Ressort spiral, ou Ressort réglant.*

Dans les arts et dans les sciences, une découverte en amène presque toujours une autre. La régularité que le pendule procurait aux horloges fixes fit désirer une plus grande perfection dans les montres, dont les horloges rendirent les irrégularités plus sensibles.

Le docteur Hook en Angleterre, et Huyghens en France, y travaillèrent chacun de leur côté. On peut voir dans Derham comment l'Anglais parvint à ce but. Pour faire connaître de quelle manière la chose arriva à Paris, je rapporterai ce qu'en dit La Hire (*Mém. de l'Acad.*, année 1727), sous les yeux de qui l'affaire s'est passée.

« Cette invention fut, dit-il, proposée seulement de vive voix, il y a environ quarante ans, par l'abbé Hautefeuille, d'Orléans, très-fécond en inventions mécaniques. Aussitôt M. Huyghens, qui était alors

(1) *Christiani Hugenii opera varia, vol. prim.*, pag. 6.

à Paris, et qui semblait avoir quelques droits sur les horloges rectifiées, fit, à ce qu'il disait, des expériences avec des pincettes à ressort, dont on se sert pour le feu; et ayant remarqué que les vibrations, ou mouvemens des branches, étaient assez égales, il fit construire une montre avec un ressort en spirale, appliqué à son balancier, sur le principe du mouvement égal des vibrations d'un ressort, et il la présenta à M. Colbert. On trouva l'invention fort belle et fort utile; car on voyait que le mouvement du balancier était fort égal. M. Huyghens sollicita un privilége pour ces sortes de montres. L'abbé, qui savait ce qui se passait, fit tant qu'il en empêcha l'entérinement (1). M. Huyghens n'en parla plus; et l'on a toujours continué à faire des montres à ressort spiral. »

La supériorité de ces montres sur les anciennes, qui n'ont qu'un balancier simple et très-petit, vient des mêmes causes que nous avons vues procurer tant de justesse aux horloges; car la propriété d'un ressort quelconque est qu'étant écarté de son repos par l'effort d'une puissance, dès qu'on l'abandonne à lui-même, non-seulement il retourne vers le point d'où il était parti, mais encore il fait autant de chemin de l'autre côté qu'on lui en a fait faire en le tendant; le ressort alors ayant épuisé toute sa force, revient sur lui-même, et fait ainsi des vibrations comme un pendule que l'on écarte de son repos.

---

(1) Les personnes qui auront la curiosité de lire le *factum* de cet abbé contre Huyghens seront forcées d'avouer que son invention, toute différente de celle du savant Hollandais, n'était qu'une grossière ébauche de l'application du ressort à l'isochronisme des oscillations du balancier.

La vîtesse des vibrations d'un ressort est d'autant plus grande que ce ressort est plus fort, et au contraire.

Le ressort fait un nombre de vibrations d'autant plus grand que les parties de ce ressort sont plus dures, et qu'elles éprouvent une moindre destruction par le mouvement; ces deux propositions n'ont pas besoin d'être démontrées.

L'on démontre également que si l'on a un balancier simple, sans spirale, auquel on veuille alternativement faire décrire de grands et de petits arcs dans le même temps, il faudra que la force ou puissance qui doit lui donner le mouvement change comme le carré des arcs.

Donc si cette puissance est un ressort spiral, il faudra que la progression de sa force soit telle, que dans tous les arcs correspondans les produits de cette force augmentent dans la même proportion que celle du balancier, et, dans ce cas, les oscillations seront isochrones.

Les ressorts ployés en forme de sphère sont les plus propres à remplir cette condition essentielle par l'uniformité de leur force ascendante en progression arithmétique.

M. Frédéric Houriet du Locle, cet artiste également recommandable sous le double rapport de l'instruction et de la moralité, est le premier qui ait fait usage de spiraux sphériques; il a prouvé dans un mémoire présenté à l'Institut de France, le 9 mars 1818, que cette forme donne l'isochronisme le plus parfait, avec une lame d'égale dimension dans toute son étendue, et par conséquent la plus facile à exécuter.

Par une de ces infidélités qui se reproduisent à

diverses époques, dans le sein des compagnies savantes les mieux constituées (1), et d'après une équation particulière, résolue suivant la méthode de M. ***, le mémoire de mon vieux ami fait aujourd'hui partie de ma propriété, et jamais l'Académie n'entendra parler, sous le nom de F. Houriet, des expériences délicates et décisives, consignées dans ce mémoire, à moins que l'auteur ne les publie lui-même avant qu'un autre se soit avisé de les donner pour SIENNES (2).

« Et puis allez, dans vos cérémonies,
De tous les saints chanter les litanies ! »

## ARTICLE VIII.

### *De la Répétition.*

Fontenelle a dit, en parlant des arts : « Il est étonnant combien de choses sont sous nos yeux, sans que nous les voyions; il manque des spectateurs à des instrumens et à des pratiques très-utiles

---

(1) F. Berthoud s'en plaignait vers le milieu du siècle dernier.

(2) Qu'un zèle indiscret m'abuse peut-être; que, prenant mes erreurs pour des vérités utiles, avec les meilleures intentions du monde, je puisse faire plus de mal que de bien; je n'ai rien à répondre à cela, si ce n'est qu'une semblable raison devrait retenir tout homme droit, et laisser l'Univers à la discrétion du méchant, parce que les objections tirées de la seule faiblesse de la nature ont force contre quelque homme que ce soit, et qu'il n'y a personne qui ne dût être suspect à soi-même, s'il ne se reposait de la justesse de ses lumières sur la droiture de son cœur.

et très-ingénieusement imaginées. Rien ne serait plus merveilleux pour qui saurait en être étonné. » Si quelque invention doit nous rappeler ce passage, c'est celle de la répétition, dont je vais essayer de donner une légère idée.

Son effet principal dépend d'une pièce plate, qui tourne sur un centre en douze heures, et qu'on nomme *limaçon*, parce qu'elle est courbée comme la coquille de cet insecte, à l'exception qu'il y a ordinairement 12 degrés ou arcs de cercle concentriques, de 30 degrés chacun, formés autour de cette courbe, et tracés du centre sur lequel elle tourne.

Pour montrer l'usage de ces degrés, je ferai observer qu'en poussant le pendant d'une montre à répétition, ou tirant le cordon des pendules appelées *tirages*, le pouce ou la main font beaucoup plus de chemin, quand il est midi ou minuit, que quand il est une heure. La raison en est que, dans l'un ou l'autre cas, ils font avancer vers le centre du limaçon une pièce nommée *crémaillère*, dont la fonction est de remonter le ressort de la sonnerie, au moyen d'une chaîne et d'une poulie, ou d'un engrenage, et cela d'autant plus que le limaçon que cette crémaillère va rencontrer lui présente un degré ou arc de cercle plus près de son centre, et qu'il y a un plus grand nombre de coups à sonner.

Une heure, par exemple, est le degré le plus éloigné du centre, ou le premier degré; deux heures le second, ainsi de suite : celui pour lequel la main parcourt le plus grand espace, et qui est le plus près du centre, est celui que la crémaillère va rencontrer lorsque la montre ou la pendule marque midi.

Or, lorsque vous poussez le pendant d'une répé-

tition, vous remontez par ce moyen le ressort de la sonnerie, en faisant tourner l'arbre sur lequel il est enveloppé, et auquel il est fixé par son extrémité intérieure : cet arbre porte centralement une portion de rochet de douze dents, que par conséquent vous faites tourner aussi. Mais dès que vous lâchez le poussoir ou le cordon, le ressort se débande, la portion de rochet tourne ; les dents, rencontrant le marteau par sa levée ou palette, le lèvent, et il frappe, par l'action de son ressort, autant de coups qu'il y a d'heures marquées sur le cadran, c'est-à-dire un nombre correspondant au degré du limaçon rencontré par la crémaillère, et égal à celui des dents de la portion de rochet que par votre action vous avez fait passer au-delà de la levée du marteau; car il faut bien remarquer que quand la répétition a sonné, toutes les dents du rochet se trouvent au-delà de la palette du marteau, et que, quand on tire le cordon, on en fait passer en-deça un nombre correspondant au degré du limaçon que la crémaillère va rencontrer.

La même chose a lieu pour les quarts. Il y a de même une pièce, nommée *pièce des quarts*, qui tient lieu du rochet, et a trois dents pour chaque marteau, et un limaçon qui fait une révolution dans une heure, et n'a que trois degrés, parce que l'heure est divisée en quatre quarts, et qu'à l'heure révolue les quarts ne sonnent point.

A l'égard du *tout ou rien*, son effet est d'empêcher la levée ou palette du marteau de se présenter à l'action du rochet, lorsqu'on n'a pas assez enfoncé le poussoir de la montre, ou tiré le cordon de la pendule pour que le limaçon ait été pressé par la crémaillère, etc.

Ce que nous venons de dire étant bien entendu, on voit que si, dans une montre à répétition, l'on pousse le bouton, dont le bout intérieur appuie sur la partie *c* de la crémaillère, elle parcourra un certain espace; et par le moyen de la chaîne *ss* il fera tourner les poulies A, B : Ainsi le rochet R, *fig.* 1, rétrogradera jusqu'à ce que le bras *b* de la crémaillère C C appuie sur le limaçon L; pour lors, ayant cessé de pousser le bouton, le ressort moteur de la répétition ramenant le rochet et les pièces qu'il porte, le bras *m* se présentera aux dents de ce rochet, et le marteau M frappera les heures, dont la quantité dépend du pas du limaçon L qui se présente au bras *b*.

Le limaçon L est fixé à l'étoile E par le moyen de deux vis : ils tournent l'un et l'autre sur la tige d'une vis portée par la pièce qui s'appelle le *tout ou rien*. Comme il ne passe une dent de l'étoile qu'à chaque heure révolue, il s'ensuit qu'à quelque partie de l'heure que l'on fasse répéter la machine, le limaçon L présente toujours la même portion de cercle au bras *b*, etc.

Les personnes qui souhaiteront s'instruire pleinement de tous ces effets, pourront se satisfaire avec facilité, en faisant enlever le cadran d'une montre à répétition par leur horloger.

Les pendules à répétition furent inventées à Londres, par Barlow, vers la fin du règne de Charles II, en 1676. Sur la seule idée que les horlogers s'en formèrent, la plupart se mirent à faire la même chose par des voies différentes; d'où est venue cette grande variété dans les ouvrages à répétition de ce temps-là.

Vers la fin du règne de Jacques II, Barlow appliqua son invention aux montres, et le célèbre Tom-

pion lui exécuta la première de cette espèce. Il y avait un petit bouton ou poussoir à chaque côté de la boîte; par l'un on faisait répéter l'heure, et par l'autre les quarts. Barlow tâcha d'obtenir un privilége; mais Quare, habile horloger, s'y opposa, ayant eu la même pensée quelques années auparavant, et ayant fini sa pièce à-peu-près dans le même temps. L'effet s'y opérait par une seule cheville située à côté du pendant. Les deux montres furent apportées devant le roi et son conseil. S. M. B., après en avoir fait l'épreuve, donna la préférence à celle de Quare.

Une chose assez remarquable, c'est que des hommes célèbres, tels que Huyghens et Hook, aient sollicité des priviléges; nous ne connaissons aucun artiste français qui en ait demandé pour ses découvertes (1) : la raison en est simple, cette nation est plus conduite et animée par le désir de la gloire que par l'amour des richesses.

Dès les premiers temps où les montres à répétition furent connues, on en fit qui répétaient l'heure, le quart et le demi-quart, d'autres les minutes. Vers le même temps on fit aussi des pendules et des montres qui sonnaient les heures et les quarts à chaque quart, et qui les répétaient à volonté, par l'action continue d'un même rouage, et d'un seul grand ressort moteur de sonnerie, qui suffisait à remplir ces diverses fonctions.

Cette découverte n'est pas la seule dont l'horlogerie soit redevable aux Anglais; elle leur doit encore la machine à fendre les roues, inventée par

---

(1) Nous ne parlons que des hommes supérieurs.

le docteur Hook (1); celle à tailler les fusées; les pignons tirés à la filière; la machine à arrondir les dents des roues : les échappemens à ancre, qui rendent les horloges plus parfaites, en permettant au régulateur de décrire de petits arcs de vibrations; enfin l'échappement à repos à cylindre, appliqué aux montres, ont aussi pris naissance à Londres.

Tant d'heureuses inventions, par lesquelles les ouvrages d'Angleterre avaient mérité la prééminence sur les nôtres, peuvent nous faire juger des travaux et des découvertes qui nous l'ont enfin procurée. Les personnes instruites et les gens de l'art savent assez que nous sommes principalement redevables d'une si heureuse révolution à Julien le Roy. Il en est peu qui n'aient applaudi au mot obligeant que Voltaire adressa à l'un de ses fils après la fameuse bataille de Fontenoy : *Le maréchal de Saxe et votre père ont battu les Anglais.*

## ARTICLE IX.

### *Des Pendules et des Montres à équation.*

Les pendules et les montres ne peuvent diviser et marquer naturellement que le temps égal, uniforme, appelé *temps moyen*, tandis que le soleil, qui est notre règle et l'astre le plus facile à observer, ne mesure par ses révolutions journalières qu'un temps

(1) Il n'est pas probable que cette invention soit aussi moderne. Au commencement du dix-septième siècle, on faisait des montres si petites, que les dames les portaient en pendans d'oreilles. Or il était impossible d'en faire les roues sans le secours d'une sorte de machine à fendre, ou de diviseur.

inégal, mais dont l'inégalité se répète tous les ans, aux mêmes époques, sensiblement de la même manière.

On a donc cherché à inventer un mécanisme qui, appliqué à l'horloge, imitât et suivît les variations reconnues dans le mouvement du soleil. C'est à cette espèce d'horloge que l'on a donné le nom d'*horloge à équation*, ou de *montre à équation*. Ces machines sont disposées de manière que l'aiguille ordinaire des minutes marque le temps égal ou *naturel* de l'horloge, pendant qu'une seconde aiguille des minutes indique le temps *vrai* ou *apparent* du soleil. Ainsi une telle machine indique à chaque instant la différence du temps vrai au temps moyen, marquée par les Tables d'équation que les astronomes ont dressées de ces différences.

Si l'horloge est tellement réglée, que la première aiguille suive le temps moyen, celle du temps vrai, d'après le mécanisme ajouté, devra chaque jour être d'accord avec le midi du soleil, tandis que l'aiguille du temps moyen pourra, dans certains temps de l'année, être de quinze minutes en avance sur celle du temps vrai, et, en d'autres temps, de seize minutes en retard sur cette même aiguille, conformément aux quantités données par la Table de l'équation du temps.

La plus ancienne horloge à équation, qui soit parvenue à notre connaissance, est celle qui était placée dans le cabinet du roi d'Espagne, Charles II, et dont il est parlé à la suite de la *Règle artificielle du Temps*, de Sully. (Édit. de 1717.)

Dès la fin du dix-septième siècle, et au commencement du dix-huitième, les artistes cherchèrent à faire marquer aux horloges les variations du soleil.

On trouve dans les divers traités d'horlogerie publiés depuis celui du P. Alexandre, dans l'Encyclopédie, etc., plusieurs constructions de ce mécanisme, et entre autres de MM. Enderlin, l'Admiraud, Passemant, Rivaz, Berthoud, etc.

Si l'on conçoit qu'au centre du grand cadran, *fig.* 6, d'une montre ou d'une pendule ordinaire, on ajoute un cercle ou cadran divisé en 60 parties, et gradué comme le cercle des minutes du grand cadran, et que ce cercle concentrique soit mobile, tandis que le grand cadran reste fixe, et qu'enfin on attache sur l'aiguille des minutes une autre aiguille diamétralement opposée, et de longueur propre à répondre aux divisions du cercle mobile, on voit que, selon que l'on fera tourner en avant ou en arrière le cadran mobile, la petite aiguille, dont le mouvement est uniforme, pourra cependant indiquer le temps vrai, et cela par un moyen très-simple, puisqu'il suffira de régler le chemin du cadran mobile selon les quantités indiquées par les Tables de l'équation du temps.

Tel est le principe d'une pendule et d'une montre à équation, inséré dans l'Essai sur l'Horlogerie (t. 1, pag. 72). Nous allons donner la description de la montre seulement, le mécanisme étant le même dans la pendule.

La figure 6 représente le cadran de cette montre; l'aiguille des secondes passe, comme dans les pendules, au-dessus des autres aiguilles. L'aiguille des minutes est formée de deux parties fixées ensemble et diamétralement opposées, dont la plus grande, qui est d'acier bleui, marque les minutes du temps moyen sur le grand cadran; et l'autre, en cuivre doré, représentant un soleil, marque les mi-

nutes du temps vrai sur le cadran A mobile au centre du premier. L'ouverture C, faite dans le grand cadran, sert à laisser paraître les mois de l'année et leurs quantièmes. L'usage de ces quantièmes est principalement destiné à les remettre au jour actuel, lorsqu'on a oublié de remonter la montre, afin que l'équation réponde exactement à celle du jour où l'on est. Pour cet effet, les dents d'une étoile sont saillantes en-dehors de la fausse plaque; ce qui donne la facilité de la faire tourner, et, par son moyen, la roue annuelle.

La figure 7 représente l'intérieur de la fausse plaque qui porte les cadrans : c'est dans cette plaque que sont ajustées les pièces qui forment l'équation. A est la roue annuelle, qui a 146 dents fendues à rochet, mise immédiatement sous la platine de la bâte qui porte les cadrans; elle tourne sur un canon réservé au fond de la bâte : l'*ellipse* ou courbe B est attachée sur la roue annuelle; la courbe fait mouvoir le rateau HF qui engrène dans le pignon C; celui-ci est porté par un canon qui passe dans l'intérieur du canon de la bâte; sur le canon du pignon est ajusté, en dehors de la bâte, le cadran du temps vrai, *fig.* 6; ainsi l'on voit qu'en faisant mouvoir la roue annuelle, le cadran doit nécessairement tourner, tantôt en avant, et tantôt en rétrogradant, suivant qu'il y est obligé par les différens diamètres de la courbe, ce qui produit naturellement les variations du soleil. Voici le moyen dont on se sert pour faire mouvoir la roue annuelle.

Le garde-chaîne de la montre est fixé sur une tige dont les pivots se meuvent dans les platines de la cage, et qui peut y décrire un petit arc de cercle; un de ces pivots prolongé porte un carré sur le-

5.

quel est ajusté, dans la cadrature, un levier dont le bout porte un *pied-de-biche*.

Lorsqu'on remonte la montre, le garde-chaîne étant pressé par le crochet de la fusée, celui-ci lui donne un petit mouvement circulaire qu'il communique au pied-de-biche, pour faire avancer l'étoile d'une dent.

L'étoile est de cinq dents; elle est assujétie par un valet ou sautoir : l'axe de cette étoile porte deux palettes qui servent à faire mouvoir la roue annuelle, qui fait sa révolution en 365 jours.

Sur la fausse plaque ou bâte, *fig.* 7, est attaché un ressort KL, qui sert de sautoir pour maintenir la roue annuelle, que l'on peut faire mouvoir d'un mouvement continu en supprimant le garde-chaîne mobile; et mettant en place un pignon sur un canon prolongé de la roue de fusée, ce pignon engrènera dans une roue dentée substituée à l'étoile : cette roue portera un pignon de quatre ailes qui fera mouvoir la roue annuelle.

Le ressort G, *fig.* 7, sert à presser continuellement le rateau H contre la courbe. Pour cet effet, le bout F de ce rateau porte une cheville qui appuie sur le bord de la courbe, etc. Ainsi le râteau avance ou rétrograde, selon que l'ellipse l'y oblige, et celui-ci fait avancer ou rétrograder le pignon C et le cadran A, *fig.* 6. Or comme l'aiguille S du temps vrai se meut d'un mouvement uniforme, les variations du cadran exprimeront celles du soleil, etc.

L'équation que nous venons de décrire est la meilleure et la plus simple que l'on ait imaginée jusqu'à ce jour : aussi F. Berthoud (Essai, chap. 13 et 14) s'est-il fort attaché à la disposer de la manière la plus avantageuse pour les pendules et les

montres, et d'autant plus qu'elle est applicable à toutes sortes de pièces.

*De l'utilité des Montres à équation.*

Les montres à équation ont une propriété essentielle; c'est que, comme elles suivent le mouvement du soleil, elles peuvent être réglées facilement : car dans les montres ordinaires à temps moyen, pour les régler au soleil, il faut avoir égard aux variations de cet astre, et faire abstraction de ses écarts, ce qui exige des opérations que peu de personnes prennent la peine de faire; au lieu que, dans les montres à équation, il suffit de mettre l'aiguille qui marque le temps vrai avec le soleil. Si la montre est réglée, cette aiguille doit toujours se rencontrer avec le méridien : si cela n'est pas, c'est une preuve que la montre a varié de toute la quantité dont l'aiguille du temps vrai diffère du midi au soleil; or, dans cette supposition, toute l'opération qu'on aura à faire se bornera à remettre l'aiguille du temps vrai avec le midi au soleil, et à toucher à l'aiguille d'avance et retard, à proportion de l'écart de la montre; ainsi on est dispensé de recourir aux Tables d'équation pour savoir si le soleil a varié, de combien et en quel sens, comme cela est nécessaire pour les montres ordinaires. Il faut convenir que ces sortes de machines ne sont pas à l'abri des écarts inévitables des montres: mais, par leur construction, elles marquent toujours exactement la différence du temps vrai au temps moyen; et l'on aura toujours très-approchant l'heure du soleil, pourvu qu'on les remette avec le méridien tous les huit à dix jours. Une montre à équa-

tion ne s'écarte du soleil qu'à cause des écarts inévitables de cette machine; au lieu que la montre ordinaire s'écarte du soleil, et parce que cet astre varie, et par les écarts de la montre, ce qui double les différences : on peut encore ajouter en faveur de ces sortes de montres, que, comme elles sont d'un grand prix, elles sont composées et exécutées avec plus de soin que des montres ordinaires.



# CINQUIÈME PARTIE.

*Usages de la mesure du Temps dans les Sciences positives ou d'expérience.*

## ARTICLE PREMIER.

*Usage des Montres et Pendules à secondes dans l'Hydraulique.*

Après avoir donné les premières notions des machines qui servent à la mesure du temps, pour en faire mieux sentir le prix, je vais exposer leurs principaux usages.

L'horloge la plus grossière, accompagnée d'un timbre, ne cesse, du haut du béfroi qui la porte, d'adresser la parole à tout un peuple, et de réitérer, dans des espaces égaux, les avis qu'on en attend. Elle se fait entendre pendant le jour entier; elle veille et parle, d'un bout de la nuit à l'autre, à chaque particulier dans les intervalles de son sommeil; elle donne le premier signal de la prière, fait ouvrir les portes des villes, convoque les assemblées, annonce tous les travaux à mesure qu'ils se succèdent; elle est enfin la règle de la société.

Ces secours que nous recevons de la mesure du temps ne sont ignorés de personne; mais tout le



monde ne connaît pas également ses usages dans les sciences positives ou d'expérience.

Si l'on veut mesurer l'eau que fournit une source, soit qu'on la destine à remplir un bassin ou à tout autre usage, il faut prendre un vase, en mesurer la capacité; observer, avec une montre à secondes, le temps que la source met à le remplir; et, par une simple règle de proportion, on trouvera la quantité d'eau que cette source doit fournir en un jour, une semaine, etc.

Une semblable opération indique la quantité d'eau qui s'écoule par une rivière dans un temps déterminé. Pour cela on choisit un endroit où la profondeur, la largeur et la pente soient à-peu-près uniformes; on y abandonne quelque corps léger; on mesure ensuite l'espace qu'il a parcouru dans un certain nombre de secondes ou de minutes; et, par la dimension connue de la rivière, on calcule la quantité d'eau qui s'écoule dans tout autre temps assigné.

On pourrait, par ce moyen, mesurer la quantité d'eau qui coule chaque année par la rivière de Seine. Comparant ensuite les différentes années entre elles, on s'assurerait si le plus ou moins d'eau a des rapports constans avec le plus ou moins d'abondance des récoltes, avec le plus ou moins de salubrité de l'air, etc.

C'est à-peu-près par la méthode précédente que les marins estiment la vitesse d'un vaisseau : ils se servent du *lock*, petite pièce de bois à laquelle est attachée une corde; ils jettent cet instrument en mer, lâchent la corde, et comptent les brasses qui s'en dévident pendant un certain nombre de secondes. Ils disent ensuite : si nous avons fait tant de che-

min en une minute, nous devons en avoir fait tant dans une heure, un jour, etc.

## ARTICLE II.

### *Usages dans la Mécanique.*

C'est encore par cette méthode que le mécanicien mesure la quantité d'eau que dépense une machine, le nombre de coups de rames, de piston, de marteau, les tours de manivelle, etc., qu'un homme donne dans tel ou tel temps ; la vitesse d'un cheval dans telle ou telle circonstance ; les coups de pilon ou les tours de meule que donnent en un jour, par exemple, les moulins à foulon, à tan, à cuirs, à papier, etc. ; que l'on parvient à estimer exactement le produit de telle ou telle machine, de telle ou telle force motrice, etc.

## ARTICLE III.

### *Usages dans l'Astronomie.*

L'astronomie est la science du mouvement des corps célestes et de tout ce qui en dépend ; tous les astres en sont l'objet ; l'observation et le calcul sont les moyens qu'elle emploie. D'après cette définition, il est aisé de voir que, sans la régularité des horloges à secondes, on ne pourrait fixer d'une manière certaine l'époque d'une observation astronomique.

Avant la découverte des horloges à pendule, on ne pouvait déterminer immédiatement la différence d'ascension droite entre une étoile et le soleil. Les Anciens étaient obligés de comparer le soleil avec la lune quand ils étaient l'un et l'autre sur l'horizon, et de comparer ensuite la lune avec l'étoile après le coucher du soleil.

Lorsque l'on veut mesurer la distance de deux astres en ascension droite, on observe les temps où ils passent au méridien, et on les compare ensemble : si l'un d'eux a passé une heure après l'autre, l'éloignement des deux astres est de quinze degrés ; si la différence des passages n'a été que d'une minute de temps, la différence en ascension droite est de quinze minutes de degré, etc.

Cette détermination suppose que l'horloge est réglée sur le premier mobile ; c'est-à-dire, qu'elle compte 24 heures entre deux passages consécutifs d'une étoile au méridien, et que les deux astres sont fixes comme sont deux étoiles. Mais si l'horloge suit le temps solaire moyen, il faudra convertir le temps en degrés, à raison de 360° 59′ 8″, 3 pour 24 heures ; ou 15° 2′ 27″,8 pour chaque heure. L'on trouve des tables pour cette conversion dans *la Connaissance des Temps.*

Les diamètres des planètes se mesurent et s'observent avec des micromètres : mais on y peut employer le temps ou la durée de leur passage au méridien. En effet, si l'on observe le moment où le premier bord du soleil se trouve dans le méridien ou sur un fil perpendiculaire à la direction de son mouvement, et qu'ensuite le second bord y arrive deux minutes plus tard, ces deux minutes de temps indiqueront que le diamètre du soleil est de 30 minutes de degré.

Les diamètres apparens des planètes servent à trouver leurs véritables diamètres ou leurs grandeurs réelles quand on connaît leurs distances. Dans le triangle TAB, qui est rectangle en B, on a cette proportion : R : sin. ATB :: TA : AB ( voyez fig. 2) ; ainsi l'on trouvera le véritable diamètre AB en

multipliant la distance TA par le sinus de l'angle ATB, qui est le diamètre apparent de la planète.

Par des méthodes à peu près semblables on détermine la durée des éclipses, la position des taches qui sont sur les planètes, les révolutions de leurs satellites, etc.

Mais une exacte mesure du temps n'est pas le seul avantage que l'astronomie puisse retirer de l'horlogerie; on a souvent proposé de faire servir les horloges à conduire une lunette pour suivre aisément les astres dans le ciel, malgré la révolution diurne. Cela serait très-utile pour dessiner la figure des taches de la lune, pour observer les parallaxes, pour avoir toujours un astre au centre même de la lunette, etc.

Il y a un instrument semblable de Graham, qui est décrit dans l'optique de Schmit; Passemant en avait exécuté plusieurs; Ramsdem, célèbre artiste anglais, devait en construire un d'une espèce toute nouvelle, pour éviter l'usage du temps dans les mesures astronomiques.

L'astronomie, par la dignité de son objet et la perfection de ses théories, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence. Séduit par les illusions des sens et de l'amour-propre, l'homme s'est regardé longtemps comme le centre du mouvement des astres, et son vain orgueil a été puni par les frayeurs qu'ils lui ont inspirées. Enfin, plusieurs siècles de travaux ont fait tomber le voile qui lui cachait le système du monde. Alors il s'est vu sur une planète presque imperceptible dans le système solaire, dont la vaste étendue n'est elle-même qu'un point insensible dans l'immensité de l'espace. Les résultats sublimes aux-

quels cette découverte l'a conduit, sont bien propres à le consoler du rang qu'elle assigne à la terre; en lui montrant sa propre grandeur, dans l'extrême petitesse de la base qui lui a servi pour mesurer les cieux. Conservons avec soin, augmentons le dépôt de ces hautes connaissances, les délices des êtres pensans. Elles ont rendu d'importans services à la navigation et à la géographie; mais leur plus grand bienfait est d'avoir dissipé les craintes produites par les phénomènes célestes, et détruit les erreurs nées de l'ignorance de nos vrais rapports avec la nature; erreurs et craintes qui renaîtraient promptement, si le flambeau des sciences venait à s'éteindre.

## ARTICLE IV.

### *Usages dans la Marine.*

Il est de la dernière importance pour le bien du commerce maritime, et pour le salut des hommes qui s'y consacrent, de pouvoir trouver en pleine mer le degré de longitude où l'on est. Ce problème se réduit à savoir quelle heure il est sur le vaisseau et quelle heure il est au même instant au lieu du départ (par exemple, à Brest): il n'est pas difficile de trouver l'heure qu'il est sur un vaisseau, en observant la hauteur du soleil ou d'une étoile; la difficulté se réduit donc à trouver, en tout temps et en tout lieu, l'heure qu'il est à Brest.

Philippe III, qui monta sur le trône d'Espagne en 1598, convaincu de l'importance des longitudes en mer, promit une récompense de cent mille écus en faveur de celui qui en ferait la découverte. Les États de Hollande imitèrent bientôt l'exemple de ce prince, et proposèrent un prix de trente mille florins pour cet objet.

Les Anglais, devenus, au commencement du 18e siècle, les premiers navigateurs de la terre, ne pouvaient manquer de s'intéresser à la science des longitudes; aussi, le 11 juin 1714, le parlement d'Angleterre ordonna un comité pour l'examen des longitudes, etc. Newton, Clarke et Wisthon y assistèrent. Newton présenta un mémoire dans lequel il exposa différentes méthodes propres à trouver les longitudes en mer, et les difficultés de chacune. Pour l'honneur de l'Horlogerie, le premier moyen proposé par le plus grand homme qui ait paru dans la carrière des sciences, est la mesure du temps, etc. Le résultat des conférences fut qu'il convenait de passer un bill pour l'encouragement de cette recherche importante; il fut présenté par le général Stanhope, Walpole, depuis comte d'Oxfort, et le docteur Samuel Clarke, assistés de M. Wisthon. Il passa à l'unanimité.

Ce fut par suite de cet encouragement, et des promesses du régent de France, que H. Sully composa une horloge marine en 1726 (1). J. Harrison, qui dès-lors s'occupait en Angleterre de la même recherche, fit, en 1762, l'épreuve de sa troisième montre à longitudes, qui remplit l'objet qu'il s'était proposé. Cet artiste célèbre obtint la récompense de vingt mille livres sterling. *Connaiss. des Temps*, 1767, pag. 211.

Pierre Le Roy, fils aîné de Julien Le Roy, a publié

---

(1) Les deux premières horloges marines furent construites sur le modèle de celles d'Huyghens par les soins d'un Seigneur Écossais, et embarquées sur un vaisseau anglais en 1664. Depuis cette époque, le duc de Beaufort, envoyé au secours de la ville de Candie, fit embarquer sur le vaisseau qu'il montait, des horloges qui eurent un succès complet.

la description de sa montre marine dans l'ouvrage qui a pour titre : *Mémoire sur la meilleure manière de mesurer le temps en mer,* et qui fait suite au voyage de M. Cassini fils, pour l'épreuve des montres de M. Le Roy, en 1768.

F. Berthoud, qui avait donné ses premières idées sur la mesure du temps en mer, dans l'*Essai sur l'Horlogerie*, publié en 1763, a composé d'excellentes horloges à longitudes, dont la vérification a été faite par ordre du gouvernement, et dont le succès a été complet. ( *Voyage de Fleurieu*), 1768 et 1769; *de Verdun, Borda, etc.*, 1771 *et* 1772. )

Depuis cette époque, plusieurs artistes anglais sont parvenus à faire des montres de poche qui réunissent en quelque sorte toutes les perfections des montres de Harrison. Le comte de Brülh, amateur de l'Astronomie, en avait acquis une de Mudge, dont l'exactitude était telle, que, mise à la seconde sur le méridien de Londres, après un voyage en poste de plusieurs semaines, elle s'y retrouvait d'accord, à quelques secondes près.

Louis Berthoud (1) en a exécuté plusieurs dont on fait usage avec succès, et dont la sûreté des principes, la perfection de la main-d'œuvre, garantissent la constance et la durée.

Le simple exposé des observations faites à bord des bâtimens envoyés à la recherche de l'infortuné

---

(1) Cet artiste, modeste et simple dans ses mœurs, naquit à Plancemont, dans le comté de Neufchâtel en Suisse, au mois d'avril 1755; il mourut à Chaillot, le 17 septembre 1813, des suites du *Diabétès*. Cette maladie, peu connue en France, *est toujours accompagnée d'un grand degré de soif, et par conséquent donne lieu à une boisson abondante*. ( Pinel, *tom.* 2, *art.* 1505.)

La Peyrouse, suffit pour montrer que la marche des montres est assez régulière pour donner en tout temps la longitude du vaisseau, et celle des points observés sur la route, avec toute l'exactitude nécessaire; mais il n'est pas moins démontré que ces machines, si éminemment utiles, et que l'on peut considérer comme le dernier effort de l'industrie humaine, ont cependant besoin d'être continuellement vérifiées par les méthodes astronomiques; sans quoi, les navigateurs, au bout de quelques mois de route, ne pourraient leur accorder aucune confiance, sans un danger assez grand pour la sûreté de leur vaisseau. (*Connaiss. des Temps*, année 1811, p. 496.)

L'extrême justesse des machines destinées à la mesure du temps en mer, est principalement fondée sur l'isochronisme des vibrations du balancier par le spiral, dont la première idée appartient à P. le Roy, qui en fit l'application à sa montre marine. F. B., qui suivait la même carrière, lui disputa cet honneur, qui lui appartenait sans doute, puisque la montre avait une force motrice variable, et que, par conséquent, son régulateur décrivait alternativement de grands et de petits arcs, sans cesser de mesurer un temps égal et uniforme.

Dans le mémoire sur la meilleure manière de mesurer le temps en mer, l'auteur dit (pag. 15): « Qu'il y a dans tout ressort d'une étendue suffisante, une certaine longueur où toutes les vibrations, grandes ou petites, sont isochrones; que cette longueur trouvée, si vous raccourcissez ce ressort, les grandes vibrations seront plus promptes que les petites; si, au contraire, vous l'allongez, les petits arcs s'achèveront en moins de temps que les grands, etc.; et que c'est de cette importante propriété du ressort que dépend la justesse de sa montre marine, etc.

Voilà une vérité d'expérience bien clairement exposée par P. L. R.; mais la loi que doivent suivre les inflexions des ressorts, pour avoir la propriété de l'isochronisme, ne se présenta pas à son esprit avec assez de promptitude..... Son émule s'empara de cette découverte, y donna les formes géométriques, en développa la théorie avec tout l'art dont il était capable..... De là l'origine de ce long polémique (1) publié contre P. L. R. par F. B., qui, malheureusement pour sa gloire,

Ne fut pas assez grand pour être sans envie.

Nous ne prétendons pas, à notre tour, contester à F. B. la découverte de l'isochronisme des vibrations du balancier par le spiral: un principe fondamental, sans lequel il n'existerait pas de montres à longitudes, ne pouvait être mûri et développé que dans la tête de cet homme supérieur; mais nous avons la conviction *morale*, que la priorité appartient à P. L. R., et nous regardons sa montre marine comme une preuve de *fait* que toute la puissance du raisonnement ne saurait détruire.

## ARTICLE V.

*Usages dans la Géographie.*

La découverte des satellites de Jupiter, les horloges astronomiques et les montres à longitudes, ont donné plus de perfection à nos cartes géographiques et marines, que n'auraient pu faire dix

(1) Éclaircissemens sur l'invention, etc., des machines proposées en France pour la détermination des longitudes en mer.



mille ans de navigation et de voyages; et lorsque la théorie des satellites sera encore mieux connue, la méthode des longitudes deviendra plus exacte et plus facile.

Il s'agit de savoir, par exemple, combien le méridien de la Martinique est éloigné de celui de Paris, ou combien il faut faire de degrés vers l'occident pour arriver à la Martinique. La méthode que les astronomes et les géographes emploient, consiste à chercher dans le ciel un phénomène ou un signal qui puisse être aperçu au même instant de Paris et de la Martinique; par exemple, le moment où commence une éclipse de lune: s'il est minuit à la Martinique quand l'éclipse y commence, et que, dans ce même moment, on ait compté $4^{h.}$ 13′ du matin à Paris, nous sommes assurés qu'il y a $4^{h.}$ 13′ de temps, ce qui fait un arc de 65° 15′, du méridien de Paris au méridien de la Martinique. En effet, le soleil emploie 24 heures à faire le tour du globe, et une heure à faire 15°: si les habitans de la Martinique avaient le midi plus tard que nous d'une heure, nous serions assurés qu'ils sont à 15° vers l'occident; mais ils l'ont plus tard que nous de $4^{h.}$ 13′, suivant l'observation; ils sont donc plus avancés de 63° 1/4 qui répondent à $4^{h.}$ 13′, à raison de 360° pour 24 heures, ou d'un degré pour 4 minutes de temps.

Les satellites de Jupiter font leurs révolutions autour de cette planète:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Le premier en...... | $1^{j.}$ | $18^{h.}$ | 28′ | 35″,945 |
| Le second......... | 3 | 13 | 17 | 53 ,730 |
| Le troisième........ | 7 | 3 | 59 | 35 ,825 |
| Le quatrième....... | 16 | 18 | 5 | 7 ,020 |

de façon qu'il ne se passe presque point de nuits où

l'on ne puisse observer, à l'aide d'une lunette, l'éclipse de l'un de ces satellites par Jupiter. Ces occultations sont aperçues en même temps dans tous les lieux de la terre où l'astre est visible; et comme on a des tables qui indiquent le temps de l'immersion et de l'émersion de ces satellites pour un lieu déterminé, en comparant l'heure d'une immersion, par exemple, indiquée par la table, avec celle du lieu où l'on observe, que marque une bonne horloge à secondes, on en connait le méridien par le calcul précédent.

Les géographes ont encore recours à un autre expédient : ils font allumer de la poudre sur un lieu élevé, où est placé un observateur qui note au juste le moment où il fait mettre le feu à ce signal. A une grande distance est une autre personne, qui marque l'instant précis où elle aperçoit la flamme. La différence entre les temps marqués par chaque observateur, montre la différence qu'il y a entre les méridiens sur lesquels ils sont placés. On conçoit qu'il faut que chaque horloge soit exactement réglée sur le midi du lieu où l'on observe.

Quelquefois les géographes et les ingénieurs mesurent encore, par les montres ou horloges à secondes, des distances qu'ils ne pourraient déterminer autrement. Dans un temps calme, ils font tirer le canon sur l'endroit dont ils cherchent l'éloignement; et remarquant à la montre le temps qui s'écoule depuis que la lumière frappe les yeux jusqu'à celui où ils entendent le bruit, ils en concluent que ce lieu est à telle ou telle distance. Si, par exemple, ce temps est de 10 secondes, ils multiplient par 10, mille quatre-vingts pieds que parcourt le son en une seconde, et ils ont dix mille huit cents pieds pour l'éloignement cherché.

En comparant ainsi la vîtesse du son et celle de la lumière, les marins connaissent la distance où ils se trouvent d'un vaisseau qui s'annonce par un coup de canon, d'un port qu'ils cherchent et qui leur fait ce signal. Dans un temps d'orage, on peut savoir de même, par l'intervalle qu'il y a entre le tonnerre et l'éclair, à quelle distance on est du premier.

On connaît encore avec précision au moyen des montres et horloges à secondes, et plus sûrement que par la boussole, la déclinaison orientale ou occidentale, nord ou sud, d'un plan, du cours d'une rivière, le gisement d'une côte, la situation d'un promontoire, etc. Pour cela, au moyen de l'horloge ou de la montre à secondes, on trace une méridienne comme nous l'expliquerons ci-après, et l'on voit ensuite l'angle que fait la côte, ou le plan avec cette ligne, etc.

## ARTICLE VI.

*Usages dans la guerre.*

Les militaires peuvent se servir des méthodes précédentes, soit pour connaître l'étendue d'un camp, la distance où ils sont d'une forteresse, etc.

Ils peuvent encore se servir fort utilement des montres pour les opérations et les attaques simultanées; pour fixer la marche des troupes et la durée de chaque pas; le nombre de coups qu'elles peuvent tirer en une minute ou une heure; le temps qu'une troupe emploie à faire telle ou telle évolution, etc.

Pareillement, dans l'artillerie, un officier déterminera aisément, au moyen d'une montre à se-

condes, le temps que le feu emploie à se communiquer par une traînée de poudre, par une mèche de telle ou telle grosseur; le nombre de coups qu'un canon peut tirer en tel ou tel temps. Enfin, un semblable instrument lui est particulièrement utile dans la théorie et la pratique du jet des bombes.

Il est aisé de voir, par ce qui précède, que les artificiers en peuvent aussi tirer les plus grands avantages.

## ARTICLE VII.

### *Mesure universelle par le moyen des Horloges.*

Une mesure des grandeurs, toujours exacte, toujours la même, chez tous les peuples et dans tous les siècles, malgré les vicissitudes où presque tout ce qui existe est sujet, doit passer pour une chose très-utile. Si cette mesure avait été découverte dans les âges qui nous ont précédés, nous ne serions pas dans une aussi grande incertitude sur la longueur du pied romain ou grec, sur celle des stades, ni sur les mesures des Hébreux, etc.

Mouton, astronome de Lyon, proposait pour mesure universelle, un pied géométrique, *virgula geometrica*, dont un degré de la terre contenait 600,000; et pour en conserver la longueur à perpétuité, il remarquait qu'un pendule de cette longueur faisait 3959 1/5 vibrations en 30 minutes. (*Observ. Diametrorum*, 1670.) Huyghens, qui avait appliqué le pendule aux horloges en 1656, parla de même de l'usage qu'on en pouvait faire pour les mesures, et la société royale de Londres se proposait de l'adopter. Amontons, Bouguer, La Conda-

mine, insistèrent là dessus. (*Mém. acad.*, 1703 et 1747.)

La longueur du pendule simple sous l'équateur, ou celle qui convient à toute autre latitude commune, comme 45°, quantité invariable donnée par la nature, et facile à retrouver dans tous les temps semblables, peut en effet servir de mesure universelle.

« Après avoir réglé l'horloge sur le temps moyen, en observant les étoiles, il faut suspendre un pendule simple, c'est-à-dire une boule de plomb ou d'autre matière pesante attachée au bout d'un fil très-délié, et le mettre en mouvement par une légère impulsion. Il faut allonger ou raccourcir le fil jusqu'à ce que les oscillations, pendant un quart d'heure ou une demi-heure, s'accordent avec les oscillations du pendule de l'horloge. J'ai dit qu'il fallait ne lui donner qu'une légère impulsion, parce que de petites oscillations, comme de 5 ou 6 degrés, se font en des temps assez égaux, tandis qu'il n'en est pas de même des grandes. Alors prenant la mesure de la distance du point de suspension au centre d'oscillation du pendule simple, et la divisant en trois parties, si les oscillations du pendule sont d'une seconde, chacune de ces divisions sera la longueur du pied que nous avons appelé *horaire*; qui, par ce moyen, pourrait s'établir non seulement chez tous les peuples d'aujourd'hui, mais encore se renouveler au besoin dans les siècles à venir: de sorte que la proportion des autres pieds relativement à celui-ci, servirait à les faire connaître dans la suite d'une manière certaine. Comme nous avons dit que le pied de Paris était à ce *pied horaire* comme 864 est à 881; ce qui est la même chose que si on

disait que le pied de Paris étant connu, avec la longueur de 3 pieds 8 lignes 1/2 de cette mesure, on fait un pendule simple dont les oscillations répondent aux secondes horaires. Or, le pied de Paris est au pied du Rhin, dont on se sert en Hollande, comme 144 est à 139, c'est-à-dire, que ce dernier a 5 lignes de moins, et par là ce pied, ainsi que tous les autres, peut donner des mesures éternellement durables. » (*Horol. oscill.*, pag. 152.)

La méthode employée par Huyghens, dès 1673, pour déterminer la longueur du pendule simple à Paris, et qu'il a fixée à 3 pieds 8 lignes 1/2 = L. 440 $\frac{50}{100}$, est la même qu'ont suivie long-temps après MM. de Mairan, Bouguer et Lacaille. M. de Mairan, par des expériences faites avec le plus grand soin, a trouvé la longueur du pendule simple, à Paris, de 440 lignes $\frac{57}{100}$: selon Lacaille, cette longueur n'est que de 440 lignes $\frac{55}{100}$.

De la petite différence que l'on remarque entre les déterminations faites par Huyghens, en 1673, et par M. de Mairan, en 1735 (*Mém. acad.*), on peut tirer deux conséquences: la première, c'est l'excellence de la méthode en elle-même, et l'exactitude employée par les deux observateurs, puisqu'en plus de soixante-deux ans, on ne trouve qu'une différence de $\frac{7}{100}$ de ligne dans la longueur du pendule à secondes.

La deuxième conséquence, c'est que pendant cet intervalle, le pied de Paris qui, dans les deux époques, a été pris pour unité, n'a éprouvé aucune altération.

Enfin cette méthode présente une précision remarquable, si l'on considère que la durée d'une oscillation augmente, par l'étendue des arcs, de sa

huitième partie multipliée par le sinus verse ou hauteur de l'arc; et si, dans l'expérience de Lacaille, le pendule simple, réglé sur les oscillations du pendule de l'horloge, décrivait des arcs de deux degrés, il est évident que ce pendule aurait retardé de 4", 94, en 24 heures, par un arc de 4 degrés (le moindre que l'on puisse supposer dans l'expérience d'Huyghens); il aurait donc fallu raccourcir ce pendule d'environ $\frac{5}{100}$ de ligne, pour qu'il fût d'accord avec le pendule à secondes, et c'est précisément la détermination d'Huyghens.

Pour conserver, dans tous les temps, les mesures en usage, F. Berthoud a proposé d'employer un cylindre parfaitement calibré et d'une matière homogène. La longueur de ce cylindre est rigoureusement la même que celle du pied de Paris; il a pour diamètre la 24$^e$ partie de sa longueur, c'est-à-dire, six lignes du même pied, vérifié par un excellent *étalon* d'acier fait par Canivet en 1766.

Ce cylindre en cuivre rouge, exécuté par Hulot, pèse 13 onces 6 gros poids de marc, c'est-à-dire, 55/64 de la livre de Paris.

Le couteau de suspension a neuf lignes de longueur, sa hauteur ou largeur est d'une ligne, son épaisseur au sommet est d'une demi-ligne; il pèse 6 grains, c'est-à-dire que sa pesanteur est à celle du cylindre de cuivre rouge, comme 1 est à 1320.

Le cylindre ayant été suspendu alternativement par chacune de ses bases, a fait constamment 7710 vibrations par heure, en lui faisant décrire des arcs de deux degrés.

Or, si, au bout de quelques siècles, la mesure du pied était altérée ou perdue, il est évident qu'il suffiatrfi de faire un cylindre de même métal, dont la

longueur serait telle, que le nombre de ses vibrations fût le même dans le même temps, en y joignant cette condition, que le diamètre de la base soit la 24$^{e}$ partie du cylindre.

Il était réservé à la Commission temporaire des poids et mesures, de procurer à la France le bienfait d'une mesure universelle et invariable prise dans la nature. Les arts se sont empressés de seconder ce travail; et l'on est parvenu, à l'aide de machines ingénieuses, à saisir des quantités dont la petitesse étonne l'imagination (1).

Et ce qui surprendrait encore davantage chez toute autre nation, c'est de voir les citoyens chargés de cette opération importante, qui semblerait exiger tout le calme des temps pacifiques, la conduire avec succès à son terme, au milieu du bruit des combats et des agitations de la liberté. Occupés tranquillement alors à interroger la nature, ils ont prouvé que quand il s'agit des intérêts et de la gloire de la patrie, il y a, pour le génie comme pour le courage, un sang-froid qui rend l'un supérieur à toutes les distractions comme l'autre à la crainte.

La théorie du pendule et une montre à secondes, peuvent encore faire connaître la hauteur de la voûte d'un palais ou d'une église, sans y employer aucune

(1) Tout ce que l'esprit d'observation réclame de délicatesse, tout ce que le choix des instrumens et la fidélité des opérations suppose de sagacité, est réuni dans le grand système des poids et mesures, ce dernier bienfait des sciences, que la routine, l'impéritie, ou la mauvaise foi, repoussent encore; tant il est difficile et quelquefois dangereux de faire du bien aux hommes!

mesure, il ne s'agit que d'observer à cette montre combien les lampes ou les lustres suspendus font de vibrations pendant un certain temps. S'ils en font quinze par minute, la voûte est élevée d'environ 48 pieds 11 pouces 5 lignes depuis son sommet jusqu'au lustre ; s'ils en font 30, ce sommet est distant du centre d'oscillation du lustre, de 12 pieds 2 pouces 10 lignes, etc.

Ces déterminations sont fondées sur les lois que suivent les longueurs des pendules, les temps des vibrations, etc., et qui ont été démontrées par Huyghens. Ces longueurs sont entre elles comme les carrés des temps dans chacun : or, plus un pendule est long, plus il reste de temps à faire ses vibrations ; en sorte que, si les longueurs de deux pendules sont entre elles comme 4 et 1, les temps des vibrations seront entre eux comme 2 et 1 ; racines carrées de ces longueurs.

Dans les cas où l'on n'a point d'autre mesure, une montre à secondes peut de même faire connaître la hauteur d'une tour sur laquelle on se trouve, la profondeur d'un puits ou d'un précipice dont on ne voit pas le terme. Pour cela, on laisse tomber quelque corps pesant, on remarque combien il se passe de temps depuis l'instant où l'on abandonne ce corps, jusqu'à celui où l'on entend le bruit du choc au bas de la tour ou du précipice; connaissant la progression que suit l'accélération des graves, on sait l'espace que ce corps a parcouru. Si l'on veut une plus grande précision, on rectifie par le calcul la petite différence résultante du temps que le son emploie à parcourir l'espace en question.

La méthode précédente exige que nous don-

nions quelques notions de la pesanteur et du mouvement accéléré des corps.

## ARTICLE VIII.

### *De la Pesanteur et du Mouvement accéléré des Corps.*

La pesanteur est cette force que nous éprouvons à chaque instant, par laquelle tous les corps tiennent au globe terrestre, et y retombent d'eux-mêmes aussitôt qu'on les en éloigne et qu'ils sont libres.

Le premier phénomène qu'on a observé dans la pesanteur des corps, est la vitesse avec laquelle ils tombent vers la terre. Tous les corps, grands ou petits, quelles que soient leurs grosseurs, leurs pesanteurs, leurs densités, commencent à tomber avec une vitesse de quinze pieds par seconde (ou, plus exactement, de 15,0515, sous l'équateur); mais après avoir parcouru quinze pieds dans la première seconde de temps, ils en parcourent trois fois autant dans la suivante, cinq fois autant dans la troisième. Les espaces parcourus en une seconde sont comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, etc. Galilée reconnut le premier cette loi, confirmée depuis par toutes les expériences et par la théorie de la pesanteur.

Il suit de là que les espaces entiers parcourus depuis le commencement de la chûte sont comme les carrés des temps; car le corps qui n'avait parcouru qu'un espace à la fin de la première seconde, se trouve avoir parcouru en tout quatre espaces au bout de deux secondes, neuf après trois secondes, etc.; donc les espaces parcourus dans la chûte

des corps, sont comme les carrés 1, 4, 9, 16, des temps 1, 2, 3, 4, que la chûte a duré.

Exprimons les petites parties de temps que dure la chûte, par les petites portions d'une ligne AB, (*fig.* 3), qui soit divisée en parties égales AC, CD: les vîtesses du corps qui tombe croissent dans la même proportion, puisqu'à chaque instant il survient un nouveau degré de vîtesse égal au précédent, qui ne le détruit point, mais qui se joint à lui. Ces vîtesses peuvent donc s'exprimer par les ordonnées CE, BF, du triangle ABF, puisque ces ordonnées croissent uniformément, et comme les abscisses AC, AB, c'est-à-dire comme les temps. Les espaces parcourus à chaque partie de temps doivent être d'autant plus grands, que le temps est plus long et la vîtesse plus grande; ils sont donc comme le produit du temps multiplié par la vîtesse: or les instans sont exprimés par AC ou AB, et les vîtesses par CE ou BF; ainsi la valeur absolue des espaces parcourus pourra être exprimée par le produit des lignes AC et CE, ou par celui des lignes AB et BF, c'est-à-dire, dans chaque cas, par la surface du triangle. La surface du petit triangle ACE est à celle du grand ABF, comme le carré de AC est à celui de AB; donc les espaces parcourus sont comme les carrés des temps.

Si la vîtesse BF était constante, le temps AB étant le même, l'espace parcouru serait le parallélogramme ABFG double du triangle; ainsi l'espace parcouru uniformément, avec la vîtesse acquise, est double de celui que le corps a parcouru par le mouvement accéléré.

Les espaces étant comme les carrés des temps, et les vîtesses comme les temps pendant lesquels elles

6.

ont été acquises, les espaces sont comme les carrés des vitesses; donc les vîtesses sont comme les racines des espaces parcourus, c'est-à-dire des hauteurs d'où les graves doivent tomber pour acquérir ces vitesses.

On peut dire également que les vitesses sont comme les racines des hauteurs doubles, c'est-à-dire des espaces qui seraient parcourus uniformément avec les mêmes vitesses acquises (1).

L'espace que les corps graves parcourent en une seconde, par l'effet de la pesanteur, se trouve avec beaucoup de précision par le moyen du pendule. Si l'on appelle $p$ la longueur du pendule à secondes, et $c$ la circonférence, on aura l'espace parcouru en 1″, $\frac{pc^2}{2}$. En effet, la circonférence est au diamètre comme le temps d'une petite oscillation, ou 1″, est au temps qui répondrait à la descente perpendiculaire sur la moitié du pendule (2), ou 18 pouces; en sorte que le temps est de 19‴, ou 0″,31831; mais les espaces parcourus sont comme les carrés des temps; donc $(19''')^2$ est à $(60''')^2$, comme 18 pouces sont à l'espace parcouru en 1″ : on trouve 15,0515 sous l'équateur, où le pendule est de $36^{\text{po.}}\ 7^{\text{lig.}},21$. Il suffit d'ajouter le logarithme constant 8,5349072 avec celui du pendule, réduit à la température moyenne dans le vide, au niveau de la mer, à des arcs très-petits et exprimés en lignes, pour avoir l'espace parcouru en 1″, exprimé en pieds.

---

(1) Un temps 2 produit donc une vitesse 2 et un espace 4; ainsi le corps remontant avec la vitesse 2, parcourrait aussi un espace 4.

(2) Huygens, *Horol. oscill.*

TABLE *de la chute des graves, de la vîtesse acquise, et de l'espace parcouru par un corps tombant librement à chaque seconde de sa chute perpendiculaire.*

| t. | v = vitesse à la fin de chaque 1". | Espaces en 1". | Espace total parcouru = e. |
|---|---|---|---|
| " | pi. | | pi. |
| 0... | .........0 | | .........0 |
| 1... | ........30 | 15 | .........15 |
| 2... | ........60 | 45 | ........60 |
| 3... | ........90 | 75 | ......135 |
| 4... | .......120 | 105 | ... .. 240 |
| 5... | .......150 | 135 | .......375 |
| 6... | .......180 | 165 | .......540 |
| 7... | .......210 | 195 | .......735 |
| 8... | .......240 | 225 | .......960 |
| 9... | .......270 | 255 | ......1215 |
| 10... | .......300 | 285 | ......1500 |
| 11... | .......330 | 315 | ......1815 |
| 12... | .......360 | 345 | .....2160 |
| 13... | .......390 | 375 | ......2535 |
| 14... | .......420 | 405 | .. ...2940 |
| 15... | .......450 | 435 | ......3375 |
| 16... | .......480 | 465 | ......3840 |

M. Charles, dans cette expérience à jamais mémorable, fruit du génie et de l'exactitude géomé-

triques, s'étant élevé à 1500 toises = 9000 pieds, s'il avait jeté un boulet de cette hauteur, il aurait employé un peu moins de 24″ 1/2 à descendre sur la terre; car, suivant la loi de l'accélération des graves, il aurait parcouru 9003 pieds 3/4 dans cet espace de temps.

FORMULES:

$$v = 2ft = 2\sqrt{ef} = \frac{2e}{t}.$$

$$t = \sqrt{\frac{e}{f}} = \frac{v}{2f} = \frac{2e}{v}.$$

$$e = ftt = \frac{v^2}{4f} = \frac{tv}{2}.$$

$$f = \frac{e}{tt} = \frac{v}{2t} = \frac{v^2}{4e}.$$

DÉFINITIONS:

$f$ = une force accélératrice telle que la pesanteur ou gravité capable de faire parcourir au projectile 15 pieds dans la première seconde. . . . .

$v$ = une rapidité qu'on ne peut exprimer que par l'espace parcouru en un temps déterminé, par exemple, un nombre de pieds en une seconde.

$t$ = un temps quelconque exprimé par le nombre de secondes qu'il contient.

$e$ = un espace quelconque exprimé en pieds. Par exemple, $e = 15$; $e = 30$; $e = 100$. C'est-à-dire $e = 15$ pieds; $e = 30$ pieds; $e = 100$ pieds.

*Nota*. On entend ici par vîtesse = $v$ la vitesse acquise à la fin du temps $t$, ou à la fin de l'espace

parcouru $e$, telle qu'elle subsisterait uniforme si, à cet instant, la gravité cessait d'agir pour l'augmenter.

## ARTICLE IX.

### *Usages dans la Médecine.*

Je ne m'étendrai point sur la nécessité où est le médecin d'être instruit du temps que son malade emploie à faire les fonctions animales, ni des intervalles qu'il doit observer entre chacun de ses remèdes. Dans tous ces cas, il suffit d'un à-peu-près : mais à l'égard de certains accès, tels que les convulsions, les catalepsies, épilepsies, spasmes, vapeurs, etc., la plupart de ces accidents étant de courte durée, s'il a recours aux horloges exactes qui divisent le temps en parties fort petites, il sera bien mieux en état d'envisager la nature des causes qui les ont produites, pour y appliquer ensuite les remèdes convenables.

La chirurgie peut aussi tirer une utilité particulière des montres à secondes. En examinant par leur moyen le temps employé pour telle ou telle opération, on se met à portée de savoir si tel ou tel malade est en état de la supporter, etc.

Il n'y a point de symptômes dans les maladies qui reviennent plus souvent, qui soient en même temps plus sensibles que les différentes modulations du pouls. Boerhave, dans ses aphorismes, dit que *le médecin puise tout ce qu'il sait, touchant la nature de la fièvre, dans la seule vélocité du pouls.* Il serait donc à souhaiter, qu'au lieu de s'en rapporter à une estime, trop souvent trompeuse, les médecins examinassent le pouls des malades avec

une montre à secondes, et notamment, à chacune de leurs visites, le nombre de ses pulsations, pour en voir les diverses progressions. Ils connaîtraient alors avec plus de certitude les différents progrès de la maladie, et jugeraient plus sainement de l'effet produit par leurs remèdes.

Enfin il serait bon que chaque personne observât sur des montres ou pendules à secondes, combien son pouls fait de battements par minute, afin de pouvoir le dire dans l'occasion. En effet, un médecin appelé pour secourir un malade dont le pouls est très-fréquent en santé, ordonne les remèdes qu'il croit propres à diminuer cette fréquence. Heurtant ainsi la nature, il change souvent l'indisposition en maladie.

## ARTICLE X.

### *Usages dans la Physique.*

Une exacte mesure du temps n'est pas moins nécessaire à la perfection de la physique qu'à celle des autres sciences positives. Sans elle on ne pourrait mesurer les différentes vîtesses des phénomènes de la nature, l'accélération des graves; la progression dans laquelle les corps s'échauffent ou se refroidissent, acquièrent telle ou telle qualité; la durée de tel ou tel météore; la propagation du son, de l'électricité, et de nombre d'autres effets semblables.

Si nous savons que les corps tombent de 15 pieds dans la première seconde, que la lumière nous vient du soleil en huit minutes, que le son parcourt mille quatre-vingts pieds par seconde; que dans cet intervalle le vent le plus rapide, celui qui déra-

cine les arbres, parcourt 32 pieds (1), un boulet de canon six cents; et une infinité d'autres choses intéressantes, c'est à l'horlogerie perfectionnée que nous en sommes redevables.

Les irrégularités même des horloges sont une source inépuisable de connaissances en physique, lorsqu'elles proviennent par des causes naturelles.

C'est ainsi que le retardement des oscillations du pendule transporté vers l'équateur a fait voir que la pesanteur des corps variait sous les différentes latitudes, et fournit une méthode pour déterminer la figure de la terre.

Plusieurs auteurs ont dit que l'on observait des changemens de pesanteur dans les corps transportés au fond des mines profondes : il serait facile de vérifier cet effet par les horloges à pendule.

Enfin, la figure de la terre étant déterminée par des mesures géographiques, les horloges deviendront plus utiles à la physique. Écoutons M. de Maupertuis :

« La figure de la terre étant bien connue, les expériences du pendule montreront, dans chaque lieu, vers quel point de l'axe de la terre tend la gravité primitive, la gravité telle qu'elle serait si la force centrifuge ne l'avait point altérée. Cette connaissance est peut-être la plus importante de la physique. Elle nous conduit à découvrir la nature de cette force, qui, faisant agir toutes les machines dont les hommes se servent, s'étend jusque

(1) M. Derham trouve cette vitesse environ deux fois plus grande. Il a fait cette expérience avec des plumes légères que le vent emporte avec la même rapidité que l'air même.

dans les cieux, pour y faire mouvoir la terre et les planètes, et semble être l'agent universel de la nature. »

J'observerai, en finissant, que la manière dont je fais marquer les secondes dans mes pendules à une roue et à râteau est infiniment préférable, dans un grand nombre de circonstances, à la méthode ordinaire. La mienne, sonnant pour ainsi dire les demi-minutes, par l'échappement qui se fait à la fin de chaque excursion du râteau, sera utile dans l'obscurité en nombre de cas où les autres ne peuvent être d'aucun secours, pour savoir, par exemple, la nuit, le nombre des battements de son pouls, etc.

OBSERVATION.

Nous ne saurions partager l'opinion de P. L. R., sur les pendules à une roue, etc. Nous aimons à croire qu'il penserait aujourd'hui comme nous, et ne verrait dans ces machines que des *monstres en horlogerie*, dont le temps et l'expérience font une prompte justice.

Un artiste célèbre a dit avec raison : « Ce n'est point en diminuant le nombre des pièces, que l'on simplifie une machine ; c'est seulement en diminuant les effets. Or, si l'on retranche des pièces, et que les effets soient les mêmes, il faudra qu'une pièce produise plusieurs effets souvent opposés ; de là, cette pièce devient plus difficile à exécuter, en sorte que le moindre changement dans la machine lui fera manquer son effet, la pièce même étant faite avec des soins extrêmes, et cela à plus forte raison si elle est mal exécutée. Or, cela ne serait pas

arrivé si l'on eût conservé l'ancien mécanisme; car il y a une composition propre à chaque machine, au-delà de laquelle il est dangereux d'aller. Ainsi ce qu'on gagne en simplicité, on le perd en solidité et en facilité d'exécution. » (*Essai sur l'Horlog.*, tom. 1er, pag. 209.)

Ces considérations nous ont porté à supprimer dans cet article tout ce qui concerne les pendules à une roue (1) : celle à trémie surtout présente des frottemens d'une nature tout-à-fait inadmissible dans un instrument de précision.

---

(1) L'on pourra se satisfaire sur cet objèt, en parcourant les chap. IX, X et XI de la seconde partie du *Traité d'Horl.* de Lepaute.



# SIXIÈME PARTIE.

## *Des Moyens de connaître, de gouverner et de règler les Pendules et les Montres.*

### ARTICLE PREMIER.

*Remarques sur le choix des Montres.*

Comme il y a de bonnes et de mauvaises montres, dit Sully, il y a aussi des moyens de distinguer les unes des autres. C'est faute de les connaître qu'une infinité de personnes, qui aiment les productions de l'horlogerie, sont trompées par tant de courtiers, de marchands, et même d'horlogers ardens à se prévaloir de l'ignorance et de la crédulité du public.

Le premier avis qu'on peut leur donner, c'est de ne point prendre de montres offertes à bas prix, qui portent le nom des maîtres les plus renommés.

Quand un maître vend à bas prix une montre de son nom, c'est encore un fort indice qu'elle est mal faite; car il n'y a pas d'apparence que les bons ouvriers, toujours en petit nombre, travaillent pour ceux qui ne voudraient ni ne pourraient payer à moitié leurs ouvrages.

Je ne conseillerai pas non plus à quelqu'un qui dans une montre fait particulièrement cas de la régularité, d'en prendre une qui aille plus de trente heures. Il n'est pas difficile d'en construire qui marchent huit ou quinze jours, un mois, plus ou moins, sans être remontées : quelques roues de plus suffisent pour cela, mais de les faire aller bien, c'est ce qui n'arrive presque jamais. L'expérience ne le prouve que trop, et la théorie le démontre.

En effet, dans une montre qui va huit jours, par exemple, outre que les frottements, les résistances de l'huile, etc., toutes causes variables, sont multipliées, il y a environ sept fois moins de force pour vaincre les résistances, en commençant depuis la roue du centre et finissant au balancier.

Or, la grosseur actuelle des montres est telle, que leur moteur n'est pas trop fort pour les soustraire aux variations que les différentes fluidités de l'huile et sa coagulation tendent à produire, surtout l'hiver dans les gelées, etc.

Pour éviter de telles erreurs, on prétendrait en vain faire le diamètre des pivots proportionnel au peu de force, car les molécules du métal ont une certaine grosseur; il en faut un certain nombre pour qu'un pivot puisse être bien fait, et ce nombre n'est pas trop grand dans les pivots des derniers mobiles d'une montre ordinaire.

La partie qu'il faut examiner avec le plus d'attention dans une montre, c'est l'échappement. On en compte plus de cinquante (1); mais celui dont l'usage est le plus général, s'appelle *échappement à roue*

---

(1) En 1759. Depuis cette époque, plusieurs artistes cé-

*de rencontre.* On le voit dans presque toutes les montres, et j'en ai fait la description dans la 4$^e$ partie, art. 11, pag. 76.

Il y en a un second que l'on doit à Graham, qui est aussi fort usité. On le nomme *échappement à cylindre*, parcequ'il est formé par un demi-cylindre dont l'axe du balancier occupe le centre.

Dans le premier échappement, la roue de rencontre, perpendiculaire aux platines, agit continuellement, par la pointe de ses dents, sur les palettes de la verge, et par conséquent sur le balancier, soit pour en accélérer, soit pour en retarder la vîtesse ; et il y a un petit recul à chaque vibration, qui le fait nommer *échappement à recul.*

Dans le second, la roue parallèle aux platines n'agit par les courbes ou plans inclinés de ses dents, sur les bords du cylindre, que pour accélérer le mouvement du balancier, et non pour le retarder, si ce n'est par les frottemens. Elle a toujours un mouvement progressif, excepté que chaque vibration est suivie d'un petit repos qui vient de l'appui des dents sur la circonférence intérieure ou extérieure du cylindre, après qu'elles en ont écarté les bords par leurs plans inclinés : pour cette raison, l'échappement à cylindre est aussi nommé *échappement à repos.*

On sent bien que dans l'un et l'autre cas les parties frottantes doivent être aussi dures, aussi

---

lèbres, tant en France qu'en Angleterre, ont imaginé divers échappemens libres, c'est-à-dire où le régulateur achève librement ses oscillations après avoir reçu l'impulsion de la force motrice.

libres et aussi polies qu'il est possible. Voici les attentions que les habiles horlogers apportent dans chacune de ces constructions.

Dans l'échappement à roue de rencontre ils ont soin :

1° Que le plan de chaque palette prolongé passe par le centre de l'axe du balancier ;

2° Que l'angle formé par ces palettes soit de 95 degrés et même de 100 ;

3° Que la roue soit fort légère, aussi grande qu'il est possible, le devant des dents incliné de manière à former un angle de 15 à 20 degrés avec l'axe de son pignon, et cet axe bien perpendiculaire à celui du balancier ;

4° Que la chute, c'est-à-dire l'espace parcouru par les dents de la roue, lorsque son action passe d'une palette sur l'autre, ne soit pas plus considérable que le jeu de l'échappement ne l'exige ;

5° Que la levée, c'est-à-dire l'arc que la roue fait parcourir au balancier sans aucun recul, et en écartant simplement les palettes, soit d'environ 40 degrés ;

Enfin, que la montre marchant par sa seule force motrice, et sans ressort spiral, retarde de 33 minutes par heure.

Dans l'échappement à cylindre, les mêmes artistes ont attention :

1° Que la roue soit aussi légère qu'il est possible, que ses pointes passent par l'axe du balancier, et que ses courbes ou plans inclinés procurent une levée de 30 à 40 degrés ou environ, ce qui doit varier selon les différentes forces motrices, et par d'autres circonstances ;

2° Qu'après avoir écarté les bords du cylindre,

elles tombent sur la circonférence extérieure, mais qu'elles y soient alors aussi peu engagées qu'il est possible;

3° Que leur chute, tant sur une circonférence que sur l'autre, soit aussi petite que faire se peut; qu'ainsi les dents soient de la grandeur du diamètre intérieur du cylindre à très-peu près, et écartées l'une de l'autre de son diamètre extérieur, et un peu plus;

4° Que le balancier ait une consistance raisonnable, mais qu'il ne soit pas trop petit, parce qu'alors toute sa puissance ne venant que de sa masse, il devient trop lourd, ce qui augmente le frottement des pivots et les variations qui naissent des différentes positions;

5° Que les barettes soient disposées de manière que l'air y apporte aussi peu de résistance qu'il est possible, etc.

A l'égard du nombre de vibrations que doit faire le balancier dans une heure, c'est une chose sur laquelle l'expérience doit être notre guide. En général, je pense que ce nombre doit aller de 16,200 à 17,000. C'est ce dernier que Graham employait le plus ordinairement dans ses montres, en quoi il paraît avoir été suivi par son successeur. Lorsque les vibrations sont trop multipliées, le rouage est moins parfait, le balancier devient trop faible, la résistance de l'air y influe davantage. Quand, au contraire, les vibrations ne sont pas en assez grand nombre, lorsque le balancier en fait beaucoup moins de 16,200 par heure, alors le spiral devient trop faible eu égard à la masse du balancier, les frottements de ses pivots produisent de grandes variations, les erreurs qui naissent des différentes positions augmentent, etc.

Voici maintenant les propriétés et les défauts des deux constructions. Le premier, je veux dire l'échappement à recul, a une roue plus facile à exécuter et plus nombrée, ce qui rend le rouage plus parfait à cet égard. Il porte un balancier plus fort, fournit une règle certaine pour sa pesanteur, peut marcher sans huile, est peu susceptible d'inégalité par les différens frottements qui peuvent arriver dans les trous des pivots du régulateur, etc., est moins sujet aux variations dépendantes du froid et du chaud, est plus connu de tous les horlogers, et par conséquent peut être plus facilement raccommodé. Il rend la montre moins chère, etc.; mais il cause beaucoup plus d'usure que le cylindre dans toutes les parties du rouage.

Le cylindre a d'ailleurs un avantage que l'échappement ordinaire n'a pas : c'est que la roue communique son action dans le milieu à peu près de l'axe du balancier. Il n'exige point de roue de champ, etc.

Toutes ces choses font que les horlogers les plus habiles sont fort partagés sur le choix de ces échappemens.

Les uns allèguent en faveur du premier toutes les propriétés dont nous venons de parler, et la grande quantité de montres faites par les plus habiles gens, sur ce principe, qui, pour la plupart, ont contenté ceux qui les ont acquises. Les partisans du dernier font valoir sa propriété inestimable de compenser les inégalités de la force motrice, du rouage (1), l'autorité de Graham, etc.

---

(1) L'échappement à Cylindre ne compense point les inégalités de la force motrice. Il n'existe pas un seul artiste

Si l'on demande mon avis à cet égard, je dirai franchement ce que vingt-cinq années d'expérience et de réflexion m'ont appris. J'ai vu des montres de l'une et l'autre construction aller aussi parfaitement qu'il soit possible de l'imaginer, et j'en ai observé d'autres qui, quoique bien faites, ne répondaient pas à beaucoup près à ce qu'on en devait attendre. Pour conclure, voulez-vous, dirai-je à celui qui veut faire l'acquisition d'une montre, qu'elle soit à secondes? Vous embarrassez-vous peu de ce qu'elle coûtera? Celui dont vous voulez la tenir est-il réellement d'une habileté reconnue? Comptez-vous demeurer dans la capitale ou y avoir des correspondances? Prenez une montre à cylindre (1). Ne désirez-vous, au contraire, qu'une montre simple ou à répétition, marquant les minutes, qui soit parfaitement solide, qu'il ne faille pas nettoyer souvent, que l'on puisse bien raccommoder partout, et qui ne soit pas d'un prix trop considérable? Choisissez une montre à échappement ordinaire.

Lorsqu'on aura suivi le peu de conseils que je viens de donner, on pourra faire les expériences suivantes, pour juger en deux ou trois jours de la bonté d'une montre : qu'elle avance ou qu'elle retarde, peu importe, on pourra la régler par le cadran d'avance et retard ; mais on observera sur une bonne pendule, si elle marche également dans

---

éclairé qui soutienne une semblable proposition. Les expériences de Berthoud sont décisives. (*Essai sur l'Horl.* tom. 11, chap. 31 et 32.)

(1) De nos jours à échappement libre.

les différentes positions, c'est-à-dire à plat et pendue en la voyant marcher 12 heures sur chacune de ces positions.

En second lieu, on examinera sa marche pendant 24 heures, observant si elle est régulière, c'est-à-dire si la fusée a la courbe demandée par les différentes forces du ressort.

On examinera encore si le mouvement du balancier n'a point un air gêné; si les vibrations sont bien égales. On écoutera à l'oreille si elle ne fait pas trop de bruit, ce qui dénote beaucoup de chute dans l'échappement; s'il n'y a pas quelque frottement ou battement extraordinaires, etc.

Mais sur-tout, à moins que vous ne vous soyez adressé à quelque artiste d'une réputation supérieure, ne prenez point de montre qui contienne des nouveautés essentielles, qu'elles n'aient eu préalablement quelques suffrages respectables. En effet, quel fonds peut-on faire sur le bien qu'un homme débite de lui et de ses ouvrages! Cet homme est-il infaillible? Ne peut-il pas être le premier abusé? Que dis-je! ne sait-on pas que, dans tous les états, les moins capables, les plus mésestimés, les charlatans enfin, sont les plus ardens à vanter et prôner leur prétendu mérite.

Voilà les principaux avis qu'on puisse donner à celui qui veut faire choix d'une montre. Malgré ces attentions, il pourrait bien encore être trompé: ainsi le meilleur moyen c'est de s'adresser aux horlogers qui ont une réputation faite d'honneur et d'habileté; car, si à *l'ouvrage on connaît l'ouvrier, à l'ouvrier on peut juger de l'ouvrage.*

## ARTICLE II.

*Extrait d'un petit écrit de* Julien le Roy, *sur le degré de justesse qu'on doit attendre d'une Montre.*

Un homme de lettres comparait une femme très-belle, mais plus estimable encore par son caractère, à une montre dont la boîte était extrêmement enrichie. Il leur appliquait cette devise à l'une et à l'autre : *pretiosior ab intus*, mon plus grand prix vient du dedans.

Pour suivre cette ingénieuse comparaison, si une montre n'est que belle, si elle est quinteuse et inégale, loin de contribuer à la satisfaction de celui qui la possède, elle en fait au contraire le tourment. Mais s'il est à souhaiter pour celui qui fait usage d'une montre, qu'elle soit bonne, il ne l'est pas moins pour celui qui l'a faite, qu'il sache bien la gouverner.

Il ne faut pas d'abord exiger d'elle une plus grande exactitude que sa nature ne le permet. Quelque parfaite qu'elle puisse être, elle n'ira pas longtemps, sans que le hasard y ait part, aussi régulièrement qu'une bonne pendule. En effet, celle-ci est toujours dans une situation fixe, dans un air qui ne change que par degrés; souvent, au contraire, une montre passe habituellement du gousset où elle est agitée et où l'air est chaud, à un clou où elle est en repos dans une situation toute différente quelquefois exposée au froid, même à la gelée qui augmente l'élasticité des ressorts, coagule l'huile, etc. Enfin cette petite machine, composée de tant de pièces, compte tous les jours quatre cent mille oscilla-

tions de balancier; elle est par conséquent sujette à des frottements continuels et à l'usure de toutes les parties en mouvement.

Ces causes réunies font qu'en général on doit regarder une montre comme assez bien réglée, lorsqu'elle n'avance ou ne retarde que d'une minute en vingt-quatre heures. Cependant cette variation donnerait en sept jours près d'un demi-quart d'heure d'erreur: je ne sais rien de mieux pour la corriger que de la remettre à l'heure, par l'aiguille des minutes, une fois par semaine, sur une horloge ou pendule dont la justesse soit connue.

Les diverses horloges publiques que l'on doit à MM. Lepaute, oncle et neveux, ont été construites avec beaucoup d'intelligence et exécutées avec une grande perfection. Celle de l'Hôtel de ville marche souvent plus de six mois sans s'écarter de l'heure vraie du soleil; elle sert journellement de méridien à presque tous les citoyens de la commune de Paris; et même beaucoup d'horlogers, qui n'ont pas de bonnes pendules à secondes ou à équation, s'en servent pour régler leurs montres, et remettre à l'heure vraie les différentes pendules ou horloges confiées à leurs soins.

## ARTICLE III.

*De l'usage du Cadran (d'avance et retard.)*

Pour le bien concevoir, il faut pouvoir se rendre raison de l'effet que l'on produit, en tournant la petite aiguille qui est dessus. Pour cela, il est bon de remarquer d'abord que le balancier, aidé du ressort spiral, est précisément dans le cas d'une corde d'instrument, puisque l'un et l'autre sont des masses

faisant des vibrations par le secours de la force élastique. Or, que fait-on, quand on veut accroître le nombre des vibrations d'une corde dans un certain temps? On la raccourcit, parce que la durée des vibrations d'une corde est toujours dans le rapport de sa longueur. Pour augmenter le nombre des vibrations du balancier dans un certain temps, c'est-à-dire pour accélérer le mouvement d'une montre, il faut donc raccourcir le ressort spiral; et au contraire pour la faire retarder, la vitesse du mouvement des roues, et par conséquent des aiguilles, étant toujours relative à la durée des vibrations du balancier.

Or, c'est ce qui se fait en tournant la petite aiguille de rosette. Au moyen d'une roue qui est dessous, on fait mouvoir un râteau qui porte une queue, où sont ajustées deux petites chevilles, entre lesquelles la lame du spiral passe, et qui fixent sa longueur.

Voici les attentions qu'il est bon d'apporter dans cette opération. Si pendant plusieurs jours on s'aperçoit que sa montre retarde, pour l'avancer il faudra tourner l'aiguille de gauche à droite, c'est-à-dire, dans le sens où l'on ferait mouvoir l'aiguille des minutes sur le cadran, pour l'avancer; dans celui où l'on tournerait la main pour faire avancer un écrou, une vis; dans celui enfin où les nombres vont en augmentant sur le cadran; ensuite on remettra la montre à l'heure sur la pendule. On opérera dans le sens contraire, si la montre avance; et l'on continuera la même chose dans l'un et l'autre cas, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement réglée.

Je ferai observer en passant, qu'il faut tourner l'aiguille d'avance et retard, ainsi que celle des

minutes, en mettant la clef sur le carré que l'on voit au-dessus de ces aiguilles ; qu'on ne doit jamais les faire mouvoir avec le doigt, surtout celle des minutes, parce qu'on court risque alors de la fausser, de la faire frotter au cadran ou au cristal, de déranger son accord avec l'aiguille des heures, de salir le cadran, etc.

Plusieurs montres n'ont point d'aiguilles sur le petit cadran d'avance et retard; c'est le cadran même qui tourne. Telles sont les montres anglaises ou à l'anglaise, qui à la circonférence du cadran ont une flèche, ou petite pointe servant d'*index*, pour montrer de combien on fait tourner ce cadran : l'opération est la même que s'il y avait une aiguille ; ainsi, pour faire avancer la montre, on tournera le petit cadran, comme on aurait tourné l'aiguille, c'est-à-dire de l'épaisseur d'un millimètre à chaque fois, tournant moins à mesure que l'erreur diminue. Par l'article premier, la montre sera réglée lorsqu'elle ne s'écartera de la pendule qu'on a choisie pour la comparer, que d'une minute en 24 heures.

On ne doit point tourner l'aiguille du petit cadran d'une montre sans être certain de son erreur. Si, par exemple, ayant été bien pendant trois mois, cette montre se trouvait dérangée de plusieurs minutes par quelque exercice violent qu'on aurait fait, il suffirait de la remettre à l'heure; car une montre ne peut aller juste, étant fort agitée.

## ARTICLE IV.

*De quelques précautions à prendre en portant ou posant sa Montre.*

Il est bon qu'un homme porte sa montre dans un

gousset peu profond ; qu'une femme ait une chaîne courte à la sienne, pour éviter la trop grande agitation.

On doit aussi suspendre sa montre de manière qu'elle soit fixe, et qu'elle ne puisse acquérir de mouvement, ni faire de vibration, par l'action du balancier, comme cela arrive quelquefois : car, en ce cas, le mouvement communiqué à la montre diminuant la vîtesse du balancier, elle retarde nécessairement.

Le cadran d'une montre portée dans le gousset doit être tourné en dehors du corps, parce qu'une montre bien faite est réglée sur le plat (1), situation où elle se trouve dans le gousset d'un homme assis. Lorsqu'on la quitte on doit la suspendre à un clou, parce que sa pesanteur l'y tient toujours dans la même direction, et qu'alors le balancier est situé avantageusement pour la justesse et la durée de la montre, qui est alors plus en sûreté, et dont la boîte est moins en danger d'être rayée.

Il est impossible de tenir toujours sa montre dans une même température ; mais, autant qu'on le peut, il faut l'y conserver, afin que l'huile ait toujours la même fluidité. Il faut aussi la remonter à la même heure, afin de prévenir l'effet des petites inégalités qui pourraient se trouver dans la fusée.

### Première remarque.

J'ai dit ci-devant qu'en général une montre était bien réglée, quand elle n'avançait ou ne retardait que d'une minute en 24 heures. Cependant, si elle

(1) Elle doit l'être dans toutes les positions.

est médiocre, on doit être content si l'erreur n'excède pas deux ou trois minutes. Il n'en est pas de même d'une bonne, sur tout lorsqu'elle a été nettoyée nouvellement: en ce cas, elle pourrait bien aller à une demie ou un quart de minute près par jour dans l'été; mais en hiver, il faudrait lui passer la minute, et peut-être plus dans les fortes gelées. On s'approche alors d'un grand feu, dont l'action l'échauffe; on la quitte ensuite, on l'accroche dans un lieu froid: ces vicissitudes ne peuvent qu'altérer sa justesse.

DEUXIÈME REMARQUE.

Ceux qui conduisent les horloges publiques, les remettent avec le soleil à leur volonté, les uns tous les dix ou douze jours, les autres de quinze en quinze, ou de mois en mois. Ce défaut de concert cause une partie de l'intervalle qu'on remarque souvent entre la même heure qu'elles sonnent.

De là on peut tirer cette conséquence, que si une montre a suivi une horloge publique plusieurs jours de suite, et qu'après cela elle se trouve en différence de quelques minutes, il faut considérer si l'horloge qu'elle a suivie n'a point été remise avec le soleil.

N. B. Les horloges publiques de Lepaute, les seules que l'on puisse prendre pour objet de comparaison, suivent le temps vrai par la nature de leur construction, et ne peuvent exposer à de semblables erreurs, en tenant compte de la variation du soleil dans l'intervalle des observations.

TROISIÈME REMARQUE.

*Sur les Répétitions.*

Il est dangereux de tourner l'aiguille d'une répé-

tition pendant qu'elle sonne; mais il ne l'est point de la tourner à rebours: au contraire, lorsqu'on met une montre à l'heure, la meilleure manière est de tourner l'aiguille des minutes par le plus court chemin. Il n'y a que les réveils et les horloges à sonnerie où il soit dangereux de tourner l'aiguille à gauche.

QUATRIÈME REMARQUE.

A côté du coq des répétitions est une petite aiguille dont le bout répond à des divisions gravées entre deux petits arcs de cercle, à l'extrémité desquels sont une L et un V. Cette aiguille sert à faire aller la sonnerie plus vite ou plus lentement. Pour cela, l'on fait entrer sur son arbre, qui est carré, le bout de la clef, et on la tourne du côté de L pour faire sonner plus lentement, ou de celui du V, pour faire sonner plus vite.

CINQUIÈME REMARQUE.

Si par quelque accident, il arrivait qu'une montre à répétition répétât une heure différente de celle marquée sur le cadran, il serait facile d'y remédier, en tournant avec quelque attention l'aiguille des heures, sans celle des minutes, sur l'heure répétée, et la remettant ensuite à l'heure par l'aiguille des minutes, c'est-à-dire, par le carré qui est au-dessus. Afin que les aiguilles conservassent bien leur accord, il serait bon de mettre, avant l'opération, l'aiguille des minutes sur 60.

SIXIÈME REMARQUE

*Sur les Montres à secondes.*

Il faut toujours qu'une montre de cette espèce ait

une petite détente pour l'arrêter quand on le souhaite. Sans cette pièce, que beaucoup d'horlogers omettent, une montre à secondes devient inutile pour la plupart des opérations énoncées dans la précédente partie. On ne peut pas même la mettre à la seconde, car l'aiguille qui les marque est trop faible; en la tournant on s'exposerait à la fausser et la faire accrocher aux autres aiguilles.

Pour mettre une montre sur la seconde, il faut 1° l'arrêter par la détente, lorsque l'aiguille des secondes est sur 60; mettre ensuite l'aiguille des minutes avec la clef aussi sur le nombre 60, et en avance sur la pendule à secondes avec laquelle on veut la régler, et quand la montre et la pendule se trouvent ensemble faire partir la détente.

### SEPTIÈME REMARQUE.

*Pour les Voyageurs.*

Il serait injuste à un homme qui voyage, d'exiger de sa montre une aussi grande précision que quand il reste dans le même lieu, à cause du mouvement continuel où elle est alors exposée. Il y a plus: s'il fait route vers l'occident ou l'orient, sa montre irait fort mal, si elle se trouvait à l'heure par-tout où il séjourne; elle doit paraître avancer dans le premier cas, et retarder dans le dernier, à raison de quatre minutes par degré.

La distance du méridien de l'Observatoire de Paris, au méridien d'un autre lieu, en allant d'occident en orient, est ce qu'on appelle la différence des longitudes ou des méridiens, dont les degrés se mesurent et se comptent sur l'équateur.

Le soleil faisant sa révolution de l'orient vers l'occident en 24 heures, passe successivement par tous les méridiens de la terre : cette révolution du soleil est divisée en 360 degrés, qui, étant parcourus en 24 heures, il s'ensuit que le soleil parcourt 15 degrés par heure, etc.

Nous avons dit que l'on compte les degrés de longitude d'occident en orient; cela vient de ce que, si un lieu est plus oriental de 15 degrés qu'un autre, on compte une heure de plus au même instant dans le premier que dans le second; c'est-à-dire que s'il était, par exemple, 11 heures dans le second, il serait au même instant midi dans le premier : et si le premier était de 30 degrés plus oriental, on y compterait deux heures de plus, etc. Le contraire aurait lieu si la différence des longitudes était occidentale.

Lors donc que le voyageur veut savoir si sa montre va juste, il faut qu'il sache la longitude de la ville où il se trouve; qu'il la compare à celle de l'endroit d'où il est parti, pour voir si la différence entre l'heure de sa montre et celle du lieu où il est, répond à la différence des longitudes. Si, par exemple, étant parti de Paris, il est arrivé à Vienne en Autriche, il doit trouver sa montre en retard de près d'une heure, parce que Vienne étant plus oriental que Paris de 14 degrés 2' 1/2, il est 12 heures 56' 10" à Vienne, lorsqu'il n'est que midi à Paris, etc., comme on le voit dans la table suivante :

**Table** *des Latitudes de quelques villes, et de leur différence de Méridiens par rapport à l'observatoire de Paris.*

| NOMS des lieux. | NOMS des contrées. | LATITUDES. | DIFFÉRENCE en temps. |
|---|---|---|---|
| | | D. M. S. | H. M. S. |
| Amsterdam. | Hollande. | 52 22 5 N. | 0 10 12 E. |
| Bâle....... | Suisse ... | 47 33 34 N. | 0 21 1 E. |
| Besançon... | France... | 47 3 45 N. | 0 14 50 E. |
| Cherbourg.. | *Idem*.... | 49 38 31 N. | 0 15 49 O. |
| Constantin.. | Turq. E.. | 41 1 27 N. | 1 46 20 E. |
| Dublin..... | Irlande.. | 53 21 11 N. | 0 34 36 O. |
| Edimbourg. | Écosse... | 55 57 57 N. | 0 22 2 O. |
| Florence... | Toscane.. | 43 46 41 N. | 0 35 42 E. |
| Gênes..... | Italie.... | 44 25 0 N. | 0 26 31 E. |
| Genève.... | Suisse... | 46 12 0 N. | 0 15 17 E. |
| Hambourg.. | Allemag.. | 53 32 51 N. | 0 30 32 E. |
| Iéna....... | *Idem*.... | 50 56 28 N. | 0 37 8 E. |
| Kœnisberg.. | Prusse... | 54 42 12 N. | 1 12 36 E. |
| Lisbon., *obs*. | Portugal. | 38 42 18 N. | 0 45 55 O. |
| Londres.... | Angleter. | 51 30 49 N. | 0 9 43 O. |
| Madr. *G. P*. | Espagne.. | 40 24 57 N. | 0 24 10 O. |
| Milan, *obs*. | Italie.... | 45 28 2 N. | 0 27 26 E. |
| Nancy..... | France... | 48 41 55 N. | 0 15 21 E. |
| Oxford, *obs*. | Angleter. | 51 45 40 N. | 0 14 23 O. |
| Paris, *obs*.. | France... | 48 50 14 N. | 0 0 0 |
| Pétersbourg. | Russie... | 59 56 23 N. | 1 51 54 E. |
| Quimper... | France... | 47 58 29 N. | 0 25 44 O. |
| Ratisbonne. | Allemag.. | 49 0 53 N. | 0 38 57 E. |
| Rome, *s. P*. | Italie.... | 41 53 54 N. | 0 40 32 E. |
| St.-Claude.. | France... | 46 23 18 N. | 0 14 7 E. |
| Strasbourg.. | *Idem*.... | 48 34 56 N. | 0 21 38 E. |
| Turin, *p. C*. | Piémont.. | 45 4 6 N. | 0 21 20 E. |
| Verdun.... | France... | 49 9 31 N. | 0 12 8 E. |
| Venise..... | Italie.... | 45 25 32 N. | 0 40 3 E. |
| Vienne..... | Autriche. | 48 12 40 N. | 0 56 10 E. |

HUITIÈME REMARQUE.

*Sur le temps qu'une Montre peut marcher sans être nettoyée.*

Une bonne montre va ordinairement bien, tant que l'huile se conserve à ses pivots. Mais quand une fois elle s'en est évaporée, soit par l'action de l'air, soit par la chaleur du gousset, ce qui arrive quelquefois au bout de trois ou quatre ans au plus, alors elle tombe en usure, les pivots se rouillent et rongent eurs trous. En ce cas, elle s'use plus en six ou sept ans qu'elle ne le ferait en cinquante, si, comme à l'ordinaire, on la nettoyait tous les deux ou trois ans.

Cette précaution est d'autant plus nécessaire, qu'à mesure que les parties les plus fluides de l'huile s'évaporent, il se détache aussi quelques particules des parties frottantes des pivots et des trous, et qu'il s'introduit des atômes avec l'huile : tout cela s'amalgame ensemble et forme une pâte gluante qui détruit les pivots. J'ai vu une excellente horloge astronomique de Lepaute, entièrement dégradée pour l'avoir fait marcher trop long-temps dans un observatoire sans la nettoyer et changer l'huile des pivots, etc.

---

## REMARQUES SUR LES PENDULES.

*Des précautions à prendre pour régler les Pendules.*

PREMIÈRE REMARQUE.

Pour faire avancer ces machines, il faut raccour-

cir le pendule, c'est-à-dire, faire monter la lentille au moyen de l'écrou qui est au bas, en le tournant dans le sens où l'on tournerait l'aiguille du cadran, pour la faire avancer, ou dans celui où l'on tourne la main pour remonter les ressorts. On doit la régler ainsi peu-à-peu : pour la faire retarder, c'est le contraire.

Pour donner une idée de la quantité dont on doit allonger ou raccourcir le pendule, je ferai remarquer que si on raccourcit d'une ligne le pendule qui bat les secondes, l'horloge avancera d'une minute trente-huit secondes dans l'espace de 24 heures; et que la quantité d'un quart de ligne de raccourcissement sur un pendule qui bat les demi-secondes, procurera à l'horloge où il est appliqué, la même quantité d'une minute trente-huit secondes d'avance dans le même espace de vingt-quatre heures.

D'autres pendules se règlent par un petit carré qui est au-dessus du cadran ; c'est encore la même chose. Enfin, soit dans les montres, soit dans les pendules, il faut toujours tourner dans le sens où l'on avancerait les aiguilles du cadran pour avancer, et dans celui où on les ferait rétrograder pour retarder.

DEUXIÈME REMARQUE.

Il n'y a aucun danger à faire rétrograder les aiguilles dans les pendules appelées *tirages*. Il faut le faire avec circonspection dans celles qui sonnent d'elles-mêmes, ou plutôt ne le point faire, quand on ne connait pas un peu la machine.

Une pendule peut marcher environ quatre ans sans être nettoyée.

# SEPTIÈME PARTIE.

*Des Mesures naturelles du Temps, et des Méthodes pour régler les Montres et les Pendules par leur moyen.*

## ARTICLE PREMIER.

*Remarques sur le mouvement diurne de la Terre.*

La révolution de la terre sur son axe nous fournit la plus parfaite de toutes les mesures du temps, parce que c'est celui de tous les mouvemens connus qui est le moins variable et le moins altéré; car, 1° un globe qui se meut sur son axe n'éprouve qu'une résistance très-petite du milieu dans lequel il tourne; 2° cette résistance, si elle avait lieu, s'anéantirait encore par la masse prodigieuse de la terre; 3° selon Newton, ce milieu n'est autre chose que le vide. On suppose donc cette révolution parfaitement égale, soit pour le temps où nous sommes, soit pour les siècles passés.

C'est pour cela que les astronomes regardent les révolutions diurnes du soleil et des étoiles fixes, comme les mesures du temps les plus parfaites, et que nous réglons sur elles nos ouvrages d'horlogerie.

Cependant l'inégalité des rotations de la terre pourrait aller à deux ou trois secondes dans l'espace d'un an, sans qu'il fût possible de s'en apercevoir par les observations. Ces rotations pourraient être plus ou moins longues actuellement que dans les siècles passés, sans que la différence fût sensible. Il faudrait avoir déterminé durant plusieurs siècles, la longueur du pendule simple qui sert à mesurer les jours, pour avoir lieu de présumer que les durées des rotations de la terre sont constantes, et il pourrait encore arriver que le pendule fût constant, malgré le changement de la rotation de la terre.

Pour éviter les réfractions astronomiques, on compte ordinairement les révolutions de l'instant où le soleil et les étoiles passent par le méridien. C'est pourquoi nous allons exposer les moyens les plus simples de faire une méridienne.

## ARTICLE II.

### *Tracer une Méridienne sur un plan horizontal.*

Pour avoir une *méridienne*, c'est-à-dire, un instrument au moyen duquel nous puissions connaître quand le soleil, passant par le méridien et étant à la plus grande hauteur, marque le midi ou le milieu du jour, il faut trouver trois points dans le plan du méridien : le trou de la plaque par où passe l'image du soleil, peut être regardé comme le premier, et les deux autres forment les extrémités de la méridienne. De ces trois points deux sont donnés par le fil à plomb, toujours dans le plan du méridien ; le troisième se trouve de la manière suivante, lorsque la méridienne est horizontale.

Après avoir attaché dans l'endroit convenable la plaque de tôle, par le centre de laquelle doit passer l'image du soleil, on laisse descendre un fil à plomb de ce centre sur le carreau : l'endroit où touche ce plomb terminé en pointe, est le second point de la méridienne : pour trouver le troisième, on choisit le jour d'un solstice, afin d'éviter la déclinaison du soleil, et on suit, une ou deux heures avant et après midi, la trace du bord septentrional ou méridional de l'image du soleil donnée par le trou de la plaque. On marque exactement cette trace sur le carreau ; et du second point, comme centre, on décrit un arc de cercle qui coupe cette trace en deux points également éloignés de ce centre. On cherche ensuite sur ce même arc, un point entre les deux précédents, également éloigné de l'un et de l'autre. De ce troisième point qui est l'extrémité nord de la méridienne, on mène une ligne au second qui en est l'extrémité sud ; et la méridienne est achevée.

Au lieu de tracer une ligne, on pourrait attacher un fil de chanvre ou de métal aux extrémités de la méridienne : cela s'exécute quelquefois dans des salles. En ce cas, afin de pouvoir ôter et remettre le fil quand on veut, on attache un petit poids à chacun de ses bouts, et l'on ajuste à chaque extrémité de la méridienne, un morceau de fer dans lequel on fait une entaille pour recevoir le fil, qui s'étend au moyen des petits poids. Pour prendre l'heure on présente un carton sous le fil.

Si l'on veut tracer une méridienne sur une fenêtre, il faudra suivre la même méthode, faisant toujours la hauteur du style égale au quart environ de la longueur que la méridienne pourra avoir ; ce qu'il est facile d'estimer par l'angle sous lequel nous voyons le soleil dans chaque tropique.

### PREMIÈRE REMARQUE.

Au lieu de suivre la trace du soleil, on peut commencer par décrire vers l'endroit où l'on juge que doit passer l'image de cet astre, plusieurs arcs de cercle, dont le second point de la méridienne soit le centre. On marquera ensuite sur un ou plusieurs de ces arcs, à droite et à gauche de la méridienne projetée, les points correspondants que le même bord de l'image du soleil touchera en des heures également éloignées de midi. On divisera en deux également l'arc, ou les arcs, compris entre les points correspondans, et ceux des sections seront ceux par lesquels on fera passer la méridienne.

### DEUXIÈME REMARQUE.

Si l'on a une bonne méridienne, ou un cadran solaire dans le voisinage, on pourra sans craindre aucune déclinaison, avoir le troisième point de la méridienne de la manière suivante, qui suppose toujours le style posé, et le second point de la méridienne marqué par le fil à plomb. Au moyen d'une bonne montre bien réglée, on ira prendre l'heure au cadran solaire à onze heures : de retour au lieu où l'on veut opérer, si l'on a une bonne pendule, on la réglera sur l'heure de la montre, et quand il y sera midi juste, on marquera exactement sur le plancher les deux bords de l'image du soleil, l'un à droite et l'autre à gauche. C'est par le milieu de cet intervalle, pris avec un compas exactement, que doit passer la ligne méridienne.

Au lieu d'un cadran solaire, si l'on choisit une méridienne qui ne marque point les quarts avant et

après midi, il faudra se faire avertir par des signaux, du temps précis où elle marquera le midi, et faire sur l'image du soleil l'opération précédente.

Si le signal consiste dans le bruit de quelque corps sonore, on aura égard au temps que le son doit employer à parcourir la distance du lieu où se fera l'opération, à celui où se donnera le signal, et l'on corrigera le petit retard qui pourrait en résulter dans la méridienne.

## ARTICLE III.

### *Tracer une Méridienne sur un mur à plomb.*

Par les méthodes précédentes on a facilement une méridienne sur un mur vertical. Après avoir posé le style ou la plaque, il ne s'agit que de marquer, comme on l'a dit ci-devant, les deux bords de l'image du soleil à midi, et de faire passer au milieu une ligne verticale, qu'on a facilement au moyen d'un fil à plomb.

On fera d'abord, par la méthode prescrite dans l'article précédent, une méridienne horizontale, qu'on prolongera jusqu'au pied du mur : on tracera sur ce mur une ligne verticale, qui tombera sur la méridienne, et on posera le style ou plaque de manière qu'un second fil à plomb, tombant du centre du trou de cette plaque, rencontre encore par sa pointe la méridienne horizontale.

## ARTICLE IV.

### *Tracer une Méridienne de réflexion.*

Il peut arriver que le carreau d'une salle soit peu propre pour y tracer une méridienne ; que le

soleil ne puisse pénétrer assez avant dans cette salle, etc.; et qu'au contraire, son plafond soit très-blanc et très-propre à recevoir l'image réfléchie du soleil : alors on pourra faire une méridienne de *réflexion*.

Au lieu d'employer une plaque percée pour avoir l'image du soleil, on fixera sur la fenêtre, le plus horizontalement qu'il sera possible, et dans l'endroit le plus convenable, un petit miroir de verre ou de métal, d'un diamètre égal environ à celui du trou de la plaque qu'on aurait employée. Par ce moyen, on aura sur le plafond une image réfléchie du soleil.

Cela étant exécuté, on fera descendre du plafond un fil à plomb, dont l'extrémité terminée en pointe tombera au centre du miroir. L'extrémité supérieure de ce fil sera, comme on le sent bien, le second point de la méridienne, le centre du miroir étant le premier. Pour avoir le troisième, c'est-à-dire l'extrémité nord de la ligne méridienne, on suivra les méthodes précédentes, opérant sur le plafond, comme on faisait sur le plancher.

Au lieu du miroir, on pourra faire dans la fenêtre un petit creux rond, que l'on remplira d'eau ou de mercure. On sera plus sûr alors que ce nouveau miroir sera bien de niveau, ce qui est nécessaire pour ce genre de méridiennes.

## ARTICLE V.

*Tracer une Méridienne par le secours de l'étoile polaire.*

L'étoile polaire n'étant éloignée du pôle que d'environ deux degrés, elle désigne toujours à-peu-près

le nord, en quelque temps qu'on l'observe; mais si l'on choisit l'instant où elle est dans le méridien, quand on s'y tromperait même de plusieurs minutes, on aura, par le moyen de cette étoile, la direction du méridien avec une très-grande précision. Il suffira d'élever deux fils à plomb, le long desquels on puisse viser ou s'aligner à l'étoile. En faisant cette opération deux fois, quand l'étoile est le plus à l'orient et le plus à l'occident, et prenant le milieu, on aurait exactement la méridienne.

Il y a une manière commode pour trouver, sans aucun calcul, le temps où l'étoile polaire passe au méridien. Il suffit d'observer le temps où elle est dans le vertical de la première des trois étoiles de la queue, ou celle qui est la plus voisine du carré de la grande Ourse. On a reconnu que cette étoile est opposée à l'étoile polaire, de façon qu'elles passent au méridien ensemble, l'une au-dessus du pôle, l'autre au-dessous ; ainsi quand elles sont l'une au-dessous de l'autre, ou qu'elles sont ensemble dans un même vertical, dans un même à-plomb, on est sûr qu'elles sont toutes les deux au méridien : si dans ce moment on aligne deux fils ou deux règles verticales vers ces deux étoiles, les deux objets, ainsi alignés, seront dans le méridien, et marqueront sur le parquet la direction de la méridienne.

Cette opération peut se faire, sur-tout dans le crépuscule, au mois de mai et au mois de juin, avec deux fils à plomb, de manière à ne pas se tromper de quatre minutes sur le temps où ces deux étoiles passent dans le même vertical, et quatre minutes d'erreur ne feraient pas un quart de minute sur le moment du midi qu'on observerait ensuite

par le moyen de cette méridienne; mais si l'on ne prenait pas l'heure du passage de l'étoile polaire au méridien, on pourrait commettre une erreur de 2° 50' sur la direction de la méridienne, et il en résulterait un quart-d'heure d'erreur sur un cadran horizontal.

Ces deux étoiles passaient exactement ensemble dans le méridien, en 1751; mais l'étoile de la grande Ourse devance l'autre de 1' 13" 1/2 tous les dix ans; et au mois de mai 1821, elle passera 8' 34" 1/2 plutôt que l'étoile polaire. Si donc on aspirait dans cette opération à une extrême exactitude, il faudrait d'abord s'assurer, par le moyen de deux fils à plomb, du moment où les deux étoiles ont passé par le même vertical; attendre ensuite 8' 34" 1/2, et diriger alors les deux fils à plomb à l'étoile polaire seule, sans égard à la première étoile, qui aura déja passé au-delà du vertical et du méridien (*fig.* 14).

## ARTICLE VI.

*Méthode facile pour tracer avec exactitude une Méridienne sur une surface quelconque.*

Suivant cette méthode, on posera d'abord le style ou plaque, et on fera descendre librement du centre du trou de cette plaque une ficelle, au bas de laquelle sera attachée une balle de plomb. On aura soin que la ficelle soit assez grosse pour projeter son ombre jusques sur le plan ou la surface sur laquelle on voudra tracer la ligne méridienne. A l'heure de midi, qu'on aura par un des moyens dont nous avons parlé ci-devant, on marquera deux points de l'ombre de la ficelle, éloignés l'un de l'au-

tre, ou une suite de points, si la surface est inégale. On fera passer par ces points une ligne qui se confondra avec l'ombre de la ficelle, et la méridienne sera achevée.

#### PREMIÈRE REMARQUE.

Si l'on desirait seulement la ligne méridienne, il suffirait de suspendre une ficelle à quelque point fixe, devant l'endroit où l'on voudrait qu'elle fût tracée, et de marquer divers points de son ombre à midi, etc. Je ne fais cette remarque que parce qu'il est souvent nécessaire d'avoir facilement une méridienne, soit pour connaître la déclinaison d'un plan, ou pour d'autres usages.

#### DEUXIÈME REMARQUE.

Il est évident que, par la méthode précédente, on a aisément, et avec une exactitude qu'on obtiendrait très-difficilement par quelque autre voie que ce fût, une ligne méridienne, qui, d'un plan horizontal, passe sur un vertical, ou sur un plan incliné, déclinant, réclinant, etc., en un mot sur une surface quelconque. Cette observation devient d'une grande utilité pour bien poser l'axe des cadrans.

#### TROISIÈME REMARQUE.

Si l'on a un corps qui présente une ligne bien verticale, l'angle d'un mur ou du côté d'une croisée, par exemple, on pourra, par son moyen, avoir une méridienne. Cet angle pouvant tenir lieu de la ficelle dont nous venons de faire usage.

## ARTICLE VII.

*Principes de Gnomonique. Du Cadran équinoxial et de l'Horizontal.*

La Gnomonique ou la science des cadrans solaires se réduit à la trigonométrie ou aux projections des cercles de la sphère. Il est donc facile d'en renfermer toute la théorie en peu de mots.

Un cadran solaire est un plan sur lequel on a marqué les différentes sections des cercles horaires qui passent par un point quelconque pris pour index, ou par une ligne parallèle à l'axe du monde, prise pour style; car, dans toutes sortes de cadrans, le style doit être dirigé vers le pôle du monde par où les cercles horaires passent tous sans exception.

Le plus simple est le cadran équinoxial. C'est un cercle placé sur une ligne perpendiculaire à la méridienne, son inclinaison sur la méridienne étant égale à la hauteur de l'équateur; le style est placé au centre du cercle, perpendiculairement au plan du cadran ou parallèlement à l'axe du monde; il suffit que le cercle soit divisé en vingt-quatre parties égales par 24 rayons qui seront les 24 lignes horaires.

Après le cadran équinoxial, le cas le plus simple de la gnomonique est celui d'un cadran horizontal, dont le style est incliné sur la méridienne d'une quantité égale à la hauteur du pôle; ce style part d'un point qu'on appelle le centre du cadran. Si l'on imagine un plan perpendiculaire au style en un point quelconque de sa longueur, ce cercle sera parallèle à l'équateur, et formera un cadran équinoxial; si l'on prolonge les rayons de ce cercle

divisé en heures, ou ses lignes horaires, elles iront rencontrer le plan horizontal en des points où aboutiront les lignes horaires tirées par le centre du cadran.

De cette simple considération il est facile de conclure que, dans un cadran horizontal, la *tangente de l'angle* de chaque ligne horaire avec la méridienne est égale à la *tangente de l'angle horaire* multipliée par le *sinus de la latitude*. On prend le cosinus de la latitude, s'il s'agit d'un cadran vertical dirigé de l'orient à l'occident, ou exposé en plein midi.

Le style faisant un angle égal à la hauteur du pôle, comme à Paris 48° 50', je suppose que l'on demande l'angle de la ligne d'une heure avec la méridienne; on ajoutera le log. sin. de la latitude

| | |
|---|---|
| 48° 50'.............................. | 9,87668 |
| avec celui de la tangente de 15 degrés... | 9,42805 |
| qui répond à une heure; on aura le log. tang. de 11° 24'.................. | 9,30473 |

qui est l'angle cherché. On aura les autres, en prenant successivement 30°, 45°, 60 et 75°.

On peut aussi tracer graphiquement les lignes horaires d'un cadran horizontal par le moyen d'un globe: il ne faut que voir les points où l'horizon est coupé par les cercles horaires de 15°, 30°, 45°, etc.; les distances de ces points au méridien marquent les angles des lignes horaires avec la méridienne. En effet tous les cercles horaires se coupent dans l'axe du globe comme dans le style d'un cadran horizontal; ils sont interceptés par l'horizon du globe, comme par le plan horizontal du cadran; leurs communes sections se rencontrent au centre du globe comme au centre du cadran; ainsi les angles

que forment les communes sections sont mesurés par la circonférence de l'horizon du globe, comme elles le seraient par un cercle décrit du centre du cadran sur le plan du même cadran : les points de l'horizon où passent les cercles horaires, sont les extrémités des sections de ces cercles sur l'horizon, donc les distances de ces points à celui du midi expriment les angles de ces sections avec celles du méridien sur l'horizon.

Pour orienter le cadran, au défaut d'une méridienne, ou d'une boussole, il suffit de voir avec une montre simple, si elle diffère également du cadran, à midi et à six heures, car alors on est sûr que le cadran est bien placé; dans le cas contraire on le tourne de la moitié de la différence qu'il indique à six heures.

On doit à Sgravesande une manière de considérer les cadrans solaires qui est fort ingénieuse. Imaginons un cadran horizontal ou équinoxial, le plus simple de tous, et qu'un œil placé au sommet du style l'aperçoive au travers d'un plan quelconque, incliné et déclinant comme l'on voudra. Il est facile de voir que la représentation perspective de ce cadran en formera un sur le plan proposé, et montrera la même heure au même instant. Ainsi voilà la gnomonique réduite à un problême de perspective que résoud Sgravesande selon les principes de cette branche de l'optique. Cette partie de son ouvrage est un morceau remarquable par son élégance, sa précision et sa généralité (1).

---

(1) *Essai de perspective ;* Leyde, 1711.

## ARTICLE VIII.

*Méthodes aisées pour tracer toutes sortes de Cadrans.*

Si nous nous représentons plusieurs plans transparens différemment inclinés à celui de l'équateur, et tellement posés dessous ou dessus le cadran que nous venons de décrire, que son axe les traverse tous, il est clair que pour avoir un cadran sur chacun de ces plans, il ne faudra qu'y marquer les lignes formées par l'ombre de l'axe lorsqu'elle occupe successivement les lignes horaires sur le cadran équinoxial.

Il est encore évident que l'ombre des corps se projetant en ligne droite, si, ayant attaché un fil au sommet de l'axe, on pouvait le faire passer comme elle à travers tous ces plans, en le faisant successivement répondre aux divisions du cadran équinoxial, on pourrait tracer par son moyen tous les cadrans ci-dessus, comme nous l'avons fait au moyen de l'ombre.

Selon cette méthode, dont Wolf a parlé dans sa Gnomonique, il faut commencer par poser l'axe parallèlement à celui de la terre, ou perpendiculairement au plan de l'équateur : on le placera ainsi, en lui faisant faire un angle de 48° 50′ avec l'horizon, ou de 41° 10′ avec le fil à plomb (à la latitude de Paris), en dirigeant vers le nord son extrémité supérieure, et en le mettant dans le plan du méridien.

Pour l'y placer, il faut tracer d'abord, par la méthode que nous avons indiquée à l'article VI de cette septième partie, une méridienne qui soit partie

horizontale et partie verticale ; on fixera ensuite l'axe dans le mur, en un point de la verticale, de manière qu'un fil à plomb tombe de l'extrémité libre de cet axe sur la partie horizontale de la méridienne.

L'axe posé, pour tracer le cadran, on aura un cercle aussi grand que faire se pourra, exactement divisé en vingt-quatre parties et percé à son centre, où l'on adaptera un canon d'une longueur suffisante : on ajustera ce canon sur l'axe, en telle sorte que cet axe, qui excédera le cercle à volonté, soit parfaitement perpendiculaire à sa surface, et qu'une des divisions de ce cercle soit précisément dans le méridien : pour cet effet, on fera répondre une division sous le fil à plomb tombant de l'axe.

Ce cercle étant parallèle à l'équateur et perpendiculaire à l'axe du monde, est évidemment un cadran équinoxial ; ainsi, pour tracer notre cadran par son moyen, nous n'aurons qu'à suivre la méthode précédemment indiquée pour le cadran horizontal.

Prenant donc l'extrémité d'un fil attaché au sommet de l'axe, on portera ce fil sur les divisions du cercle, et en même temps son extrémité sur le plan, ayant soin qu'il fasse toujours une ligne bien droite. On marquera les points indiqués par cette extrémité ; ensuite, de chacun d'eux et du *centre du cadran*, c'est-à-dire du point ou l'axe rencontre le mur, on tirera une ligne droite, et le cadran sera fait (1).

Au lieu d'un fil, on pourra se servir, comme

(1) Si l'on ne peut avoir de centre, on y supplée en donnant au cadran équinoxial deux positions différentes pour avoir deux points de chaque ligne horaire sur le plan.

Wolf l'enseigne, d'une lumière qu'on portera à quelque distance de l'axe, de manière que son ombre réponde successivement sur les divisions du cercle équinoxial, et en même temps sur le mur. On marquera d'un point, ou, si le plan n'est pas droit, d'une suite de points, les parties du plan que l'ombre couvrira; on tirera les lignes horaires du centre du cadran, qui passeront par ces points, etc.

On peut aussi faire cette opération au soleil, en se servant d'un miroir, dont la réflexion fera le même effet que le flambeau employé ci-dessus.

Voici une seconde méthode plus aisée encore:

L'axe posé, on aura une pendule à secondes, et on marquera l'ombre de cet axe sur le plan, à chaque heure du jour, ou même à chaque demie, à chaque quart, à chaque minute, etc., marqués par la pendule : on écrira les heures en leur place, et le cadran sera fait.

Cette pratique rend bien des calculs et du savoir inutiles; cependant si l'on fait attention qu'une pendule bien réglée n'a souvent pas une seconde de variation en vingt-quatre heures; si l'on considère les erreurs qui doivent résulter des opérations et des instrumens auxquels il faut recourir dans les autres pratiques, celles qui peuvent naître encore des réfractions, cette méthode paraîtra peut-être la plus parfaite de toutes.

On sent assez combien il est essentiel que la pendule soit bien réglée, et mise à l'heure sur le méridien du lieu.

Pour plus de précision, il faut choisir un jour où le baromètre soit à une hauteur moyenne, terminer l'axe par une pointe dont l'ombre détermine les lignes qu'on trace sur le cadran, et prendre les

jours de l'année où le mouvement du soleil n'est pas sensiblement accéléré ou retardé sur celui des horloges à secondes; tels sont, par exemple, les 11 février, 15 mai, 25 juillet, 1er novembre, etc.

On peut observer, en faveur des pratiques simples ci-devant exposées, que par leur moyen on fera sur toutes sortes de surfaces, des cadrans assez justes pour l'usage civil; chose fort difficile à exécuter par des méthodes plus savantes.

On pourrait s'étendre davantage sur l'art de tracer des cadrans, mais ce serait trop peu présumer de l'intelligence des lecteurs; d'ailleurs, lorsqu'on a bien saisi le principe, il est toujours plus satisfaisant, souvent même plus aisé, d'en faire l'application soi-même, que de s'attacher à un auteur qui rarement dans ses idées suit la marche des nôtres : ceux qui desireront approfondir ce sujet et se mettre à portée de tracer des cadrans par le calcul et les méthodes trigonométriques, pourront consulter l'ouvrage de Deparcieux sur la gnomonique, ceux de dom Bedos, Rivard, Blaise, Bion, Ozanam, La Hire, Clavius, Kircher, Deschalles, Henrion, etc. Je pourrais en citer plusieurs autres ; mais je me bornerai à indiquer les deux articles *Cadran* et *Gnomonique*, dans l'Encyclopédie par ordre de matières. Ces deux articles, ouvrage de Lalande, sont très-curieux et instructifs : le premier peut tenir lieu d'un traité de gnomonique.

## ARTICLE IX.

### *Des Gnomons ou Méridiennes.*

On appelle gnomon une hauteur perpendiculaire prise au-dessus d'une méridienne horizontale, et ter-

minée au sommet par une pointe ou par un petit trou qui donne passage au rayon du soleil. On mesure sur la méridienne la distance entre l'image lumineuse du soleil et la verticale qui marque le pied du style ou gnomon, et l'on a la tangente de la distance dus oleil au zénith, la hauteur du style étant prise pour rayon.

Soit AB (*fig.* 4) un gnomon, un style quelconque élevé verticalement, ou une ouverture A faite dans un mur AB pour laisser passer un rayon du soleil; soit SAE le rayon au solstice d'hiver, BE l'ombre du style; OAC le rayon au solstice d'été, et BC l'ombre solsticiale la plus courte; dans le triangle ABC rectangle en B, et dont on connaît les côtés AB, BC, il n'est pas difficile de trouver le nombre de degrés que contient l'angle ACB, qui exprime la hauteur du soleil au solstice d'été; on en fera autant pour le triangle ABE, et l'on aura l'angle E égal à la hauteur du soleil au solstice d'hiver. C'est ainsi que, suivant Pythéas, la hauteur du gnomon était à la longueur de l'ombre en été, à Byzance et à Marseille, 320 ans avant notre ère, comme 120 sont à 41 4/5. Il suffit de faire un triangle comme ABC, dont AB soit de 120 parties, et BC de 41 parties 4/5; on trouvera avec un demi-cercle sur le papier, ou par le moyen de la trigonométrie rectiligne, en employant le calcul, que l'angle C est de 78 degrés 48 minutes; c'est la hauteur du soleil.

L'observation des hauteurs méridiennes du soleil, par le moyen du gnomon ou de la longueur des ombres, a dû être une des premières méthodes employées pour mesurer l'année et le retour des saisons; les Brames s'en servent à plusieurs usages.

C'est au moyen de cet instrument qu'ils orientent leurs pagodes. Ils décrivent un cercle au pied de l'instrument, et ayant marqué deux points d'ombre avant et après midi, ils partagent l'intervalle de ces deux points, et tirent la méridienne. Ainsi ils n'ignorent pas l'égalité de la longueur des ombres à égales distances du méridien. Ils font cette opération avec justesse. M. Gentil a trouvé que les faces de leurs pagodes regardaient fort exactement les quatre points cardinaux. L'usage d'orienter les bâtimens, commun aux Indiens, aux Chinois, aux Chaldéens, et aux Égyptiens, est un reste bien marqué de l'ancienne astronomie, et une pratique établie par quelque superstition, mais qui, chez ces peuples divers, a une origine commune.

On voit encore à Rome les vestiges d'un magnifique obélisque qu'Auguste avait fait élever dans le Champ-de-Mars, et dont *Manlius* profita pour en faire un gnomon. Pline dit qu'il avait 116 pieds 3/4, et qu'il marquait les mouvemens du soleil. *Ei qui est in campo, Divus Augustus addidit mirabilem usum ad deprehendendas solis umbras, dierumque ac noctium magnitudines, etc.* (Lib. 36, cap. 9, 10 et 11.) Cet obélisque avait été fait par les ordres de Sésostris, roi d'Égypte, qui vivait 967 ans avant J. C. (1570 suivant Fréret). On trouve plusieurs dissertations sur ce sujet, dans l'ouvrage de Bandini, *dell' Obelisco di Cesare Augusto, etc.*; à Rome, 1750, in-folio.

Ulug-Beg, prince tartare, petit-fils de Tamerlan, vers 1430, se servit, à Samarkand, d'un gnomon aussi élevé que la voûte du Temple de Sainte-Sophie à Constantinople, ou de 180 pieds romains.

Paul Toscanelli, vers 1467, pratiqua dans la fa-

meuse coupole que Brunellesco avait faite à la cathédrale de Florence, un gnomon de 277 pieds 1/2 de hauteur : c'est le plus grand qui existe. Le P. Ximenès l'a rétabli et en a donné une ample description : *Del Vecchio e nuovo Gnomone Fiorentino*, *etc.*, in-4°.

Il y avait dans l'église de St.-Pétrone, à Bologne, une ligne tracée près du méridien, en 1575, par *Egnazio Dante* : elle déclinait de 9 degrés. D. Cassini saisit l'occasion heureuse qui se présenta, en 1653, de changer l'ouvrage de Dante, et de construire un gnomon parfait. On travaillait alors à restaurer et augmenter le Temple de St.-Pétrone. Cassini, avec la permission du Sénat de Bologne, traça dans un autre endroit une véritable méridienne. Perpendiculairement au-dessus de cette ligne et à la hauteur de 1000 pouces, ou 125 palmes bolonais, qui font environ 83 pieds 1/2 de Paris, il plaça horizontalement une plaque de bronze solidement scellée dans la voûte et percée d'un trou circulaire qui a précisément un pouce de diamètre : c'est par ce trou qu'entre le rayon solaire qui forme tous les jours à midi, sur la méridienne, l'image elliptique du soleil. Ce magnifique ouvrage fut achevé, en 1656, assez tôt pour faire l'observation de l'équinoxe du printemps, à laquelle il avait invité les Astronomes.

Lorsqu'après trente ans de séjour en France, Cassini visita sa patrie, il ne manqua pas d'aller reconnaître l'état de son gnomon. Il se trouva que le cercle de bronze qui lui sert de sommet, était un peu sorti de la ligne verticale où il devait être, et que le pavé sur lequel était tracée la méridienne s'était un peu affaissé. Cassini rétablit les choses

dans le premier état; et Guglielmini fut chargé, pour l'instruction de la postérité, de décrire les opérations. *La Meridiana di S. Petronio revisita*, etc.

La méridienne de St.-Pétrone de Bologne a été la plus célèbre et la plus utile de toutes; on en trouve la description dans deux ouvrages, l'un de Cassini, l'autre de Manfredi, avec les observations que l'on y a faites. Zanotti a restauré cette méridienne en 1776, et publié, en 1779, un ouvrage à ce sujet.

Picard, en 1669, commença une méridienne dans la grande salle de l'Observatoire de Paris : elle a 97 pieds 1/2 de longueur; le gnomon à 30 pieds 1/2. Cassini le fils la refit en 1730; et elle fut ornée de marbres, avec des divisions et des figures pour chaque signe. (*Mém. de l'Acad.* 1730.)

La méridienne des Chartreux de Rome, aux Thermes de Dioclétien, est la plus ornée que l'on connaisse. Il y a deux gnomons, l'un de 62 pieds 1/2 de hauteur au midi, l'autre de 75 pieds du côté du nord. Cet ouvrage fut construit par Bianchini en 1701. (*Voy.* sa dissertation *de Nummo et Gnomone Clementino.*) Le livre publié par Manfredi, à Vérone, en 1737; le *Voyage en Italie*, par Lalande, tom. IV, p. 311, éd. de Paris, 1786.

La méridienne de St.-Sulpice de Paris fut entreprise en 1727, par Sully, horloger, qui est inhumé vis-à-vis les portes du sanctuaire, un peu à l'occident de la méridienne. Le Monnier l'a refaite en grand avec soin et magnificence (*Mém. Acad.* 1743). Le gnomon à 80 pieds de hauteur; il y a un objectif de 80 pieds de foyer. Le Monnier est convenu que cette méridienne prouvait une diminution dans l'obliquité de l'écliptique (*Mém. Acad.* 1774).

8.

MM de Cesaris et Reggio ont fait une méridienne dans la cathédrale de Milan : le gnomon a 73 pieds de hauteur (Éph. de *Milan*, 1788). Ces sortes d'instrumens seraient encore les meilleurs de tous, si les bâtimens étaient immobiles; mais les grands édifices sont sujets à varier; on en a vu une preuve bien sensible dans les expériences de Bouguer aux Invalides (1).

---

(1) Bouguer fit construire, au milieu du dôme des Invalides, une loge de charpente où l'on avait pratiqué une fenêtre, dont la vue, lorsqu'on ouvrait la porte du dôme qui donne sur la campagne, s'étendait jusqu'à une maison de la rue de Sève, éloignée de 556 toises. Sur le mur de cette maison étaient tracées des mires exactement mesurées en pieds et subdivisées par des transversales, de manière qu'on y pouvait aisément distinguer jusqu'aux fractions de pouce.

Du haut de la coupole du dôme pendait une chaîne, dont on avait rendu les parties extrêmement mobiles : cette chaîne avait 187 pieds 1/2 de longueur. Elle entrait dans la loge par un trou pratiqué au-dessus, et soutenait, par son extrémité inférieure, une lunette de 15 pieds, située horizontalement.

Le point par lequel la chaîne soutenait la lunette, n'était pas son centre de gravité. La partie de la lunette du côté de l'objectif était un peu plus pesante : elle était soutenue au moyen d'un pivot d'acier, placé à 3 pieds de la chaîne, qui entrait dans une chape d'agathe semblable à celle des boussoles, et fixée à la lunette.

On voit que le pivot étant immobile, la chaîne et la lunette ne pouvaient changer de situation sans que l'on s'en aperçût, puisqu'en ce cas la lunette devait changer de direction, et répondre à un point différent du mur sur lequel on avait tracé les mires; et comme ce mur était éloigné du milieu du dôme de 556 toises, ces variations étaient augmentées dans la raison de trois pieds de distance de la

La petite ville de Tonnerre est la seule en France où il y ait une grande et belle méridienne, avec la courbe du temps moyen.

M. Baudouin de Guémadeuc, ancien maître des requêtes, connu par différens mémoires, avait choisi Tonnerre pour retraite dans un revers inopiné de fortune. Il saisit des ressources indépendantes des caprices des hommes, et, dans l'infortune, il fit pour la société ce qu'il n'eût peut-être pas fait dans la prospérité. Il aimait l'astronomie. L'église de l'hôpital de Tonnerre réunissait tous les avantages possibles pour l'établissement d'un gnomon ; et à cette position locale se joignait la circonstance favorable de posséder dans cette ville deux savans estimables,

---

chaîne au pivot à 556 toises, c'est-à-dire 1112 fois plus longue, ou d'environ 35000 toises.

La même augmentation devait aussi avoir lieu dans le sens vertical, pour peu que la chaîne changeât de longueur : et en effet, un rayon de soleil qui s'échappa un jour au travers des nuages, dirigea dans l'instant la lunette sur un point des mires, plus élevé d'environ deux pouces. Bouguer eut la curiosité de calculer à quel allongement de la chaîne répondaient ces deux pouces, et il trouva que cet allongement n'allait pas à plus de deux centièmes de ligne ; ce qui donne, par toise de la longueur de la chaîne, un peu moins de 3/4 d'un millième de ligne, quantité indéterminable avec tout autre instrument.

Les plus grandes variations n'eurent lieu qu'à l'égard de la longueur de la chaîne ; la solidité de l'édifice et l'appui que toutes ses parties se prêtent réciproquement, ont mis sans doute le point du milieu de la voûte à l'abri des effets de la chaleur, du moins quant au mouvement latéral, qui ne fut que très-peu sensible. Un espace d'un pied sur les mires du chemin de Sève, répondait à un balancement d'une seconde. ( *Mém. acad.* 1754. )

l'avocat Daret, versé dans les calculs astronomiques, et D. Camille Ferouillat, qui d'après une pratique consommée de la gnomonique, était en état de conduire à sa fin une entreprise de cette nature, et d'en assurer le succès.

L'administration de l'hôpital approuva le plan de M. de Guémadeuc; la marquise de Louvois, représentant la fondatrice, y donna son consentement. Lalande fit exprès le voyage de Tonnerre, pour reconnaître la possibilité de l'exécution; et M. Morel, architecte, proposa le plan d'une pyramide antique élevée dans le lieu du solstice d'hiver; enfin, les magistrats, ne voulant pas faire construire aux dépens des pauvres un monument qui ne pût être utile qu'aux sciences, proposèrent la voie d'une souscription, et il en est résulté un beau gnomon qui imite les fameuses méridiennes dont nous avons parlé.

La courbe du temps moyen qu'on a tracée autour de cette méridienne, est une partie importante que l'on devrait employer partout; car le temps moyen est le seul que puissent suivre nos horloges et nos montres.

La première idée qu'on a de la durée des heures, des jours, des années, est celle d'intervalles égaux; aussi en Angleterre on se règle presque toujours sur le temps moyen, et la République de Genève adopta cet usage en 1780. (*Mém. de la Société de Genève*, tom. 1, part. 2.)

L'origine des obélisques remonte à l'an 1640 avant J. C. Cet usage a été si naturel et si général, qu'on en a trouvé des vestiges jusqu'au Pérou (*Garcilaso de la Vega*, *Commentarios reales de los Incas*, tom. 1, lib. 2, cap. 22, pag. 61).

Dans un siècle qui compte des monumens dignes

de la Grèce et de Rome, on proposerait peut-être avec succès d'employer la colonne de la place Vendôme aux mêmes usages auxquels Manlius avait approprié l'obélisque du Champ-de-Mars.

La méridienne pourrait être tracée sur des carreaux de granit, établis sur des massifs de maçonnerie construits dans cette direction ; et la ligne de midi, les degrés de déclinaison, les signes, etc., marqués par des lignes et des caractères de bronze incrustés dans le granit, et arasés à son niveau.

Le sommet du gnomon serait établi par une disposition particulière qu'on ne pourrait apercevoir à cette hauteur..... C'est ainsi que je raisonnais au milieu de mes livres, avant d'avoir jeté les yeux sur le plan de Paris; mais je vois que la nouvelle rue aboutissant au boulevard, décline considérablement à l'est, et que la méridienne viendrait échouer vers le premier angle de la place, à l'occident de cette rue, avant le solstice d'hiver; ainsi :

« Dans les biens que le ciel nous verse,
Il n'est point de bonheur parfait;
Vainement cet espoir nous berce:
Quand nous voulons aller au fait,
Le diable est là qui nous traverse. »



# HUITIÈME PARTIE.

*Des différentes espèces de Temps et de la variation du Pendule de l'équateur au pôle.*

## ARTICLE PREMIER.

*De l'Équation du Temps* (1).

Le *temps vrai* ou *apparent*, qui est marqué par le soleil sur nos méridiennes ou cadrans, et qui s'emploie dans les différens usages de la société, suppose que le soleil revient au méridien au bout de 24 heures, et qu'il emploie le même temps à y revenir d'un midi au suivant, que de celui-ci au troisième. Les anciens Astronomes durent s'en tenir long-temps à cette supposition; mais en observant avec plus d'exactitude, on remarqua bientôt que le soleil n'avait pas une marche uniforme, et que le temps vrai, mesuré par une marche inégale, ne pouvait pas être régulier et égal. Ainsi le soleil n'est pas, à proprement parler, une juste mesure du temps dont l'essence est l'égalité; mais le temps

(1) On appelle en général *équation* dans l'astronomie, la différence qu'il y a entre une quantité actuelle et la valeur qu'aurait cette même quantité, si elle croissait toujours uniformément et sans aucune inégalité.

vrai ayant l'avantage de pouvoir être observé continuellement, on s'en sert pour trouver un *temps moyen* et uniforme qui puisse être employé dans les calculs astronomiques.

Le *temps moyen* ou *égal* est celui que marquerait à chaque instant une horloge absolument parfaite, qui, dans le cours d'une année, aurait continué de marcher sans aucune inégalité, en marquant midi le premier jour de l'année, et le premier jour de l'année suivante, à l'instant où le soleil est dans le méridien (1); cette horloge n'a pas dû marquer également midi avec le soleil à tous les autres jours intermédiaires, car il faudrait pour cela que le soleil eût marché chaque jour avec la même vitesse: ce qui n'arrive point.

Lorsqu'on partage 360 degrés ou 1,296000″ en 365 parties 1/4, on trouve que le soleil doit faire par jour 59′ 8″; et pour que les retours au méridien fussent égaux, il faudrait que ce mouvement propre du soleil vers l'orient fût tous les jours de la même quantité, c'est-à-dire de 59′ 8″; mais à cause de l'excentricité de l'orbite de la terre et des différens degrés de vitesse qu'elle acquiert en s'approchant de son aphélie ou périhélie, il arrive qu'au commencement de juillet, le soleil n'avance que de 57′ 11″ par jour vers l'orient, et qu'au commencement de janvier il avance de 61′ 11″, c'est-à-dire quatre minutes de plus qu'au mois de juillet, le long de l'écliptique, par son mouvement propre. Au

(1) Il faudrait tenir compte des six heures dont l'année solaire surpasse l'année civile, et de toutes les petites inégalités qui modifient l'équation du temps.

commencement d'octobre, il est moins avancé vers l'orient de deux degrés, qu'il ne le serait s'il avait fait tous les jours 59' 8''. Il doit donc paraître plus occidental et passer au méridien plutôt qu'il n'y passerait s'il avait toujours avancé d'un mouvement uniforme; telle est la première cause qui rend les jours inégaux. L'on compte toujours 24 heures d'un midi à l'autre; mais ces 24 heures seront plus longues quand le soleil aura fait 61' que quand il n'aura fait que 57' vers l'orient, parce qu'il sera obligé de parcourir quatre minutes de plus par le mouvement diurne d'orient en occident, avant d'arriver au méridien.

A cette première cause, qui dépend de l'inégalité du mouvement solaire dans l'écliptique, il s'en joint une autre qui dépend de son inclinaison sur l'équateur. Il ne suffit pas que le mouvement propre du soleil sur l'écliptique soit égal pour rendre les jours égaux, il faut que ce mouvement soit égal par rapport à l'équateur, et par rapport au méridien où il s'observe. La durée des 24 heures dépend en partie de la petite quantité dont le soleil avance chaque jour vers l'orient; mais cette quantité devrait être mesurée sur l'équateur, parce que c'est autour de l'équateur que se comptent les heures; ce n'est donc pas seulement son mouvement propre qu'il faut considérer par rapport à l'inégalité des jours, mais ce mouvement rapporté à l'équateur. Si le soleil tournait dans l'équateur même, ou parallèlement à l'équateur, cette partie de l'équation du temps serait nulle; et si le soleil avait un mouvement tel, qu'il continuât de répondre perpendiculairement au même endroit de l'équateur, c'est-à-dire que l'écliptique fît un angle droit avec l'équateur, l'équa-

tion du temps n'aurait pas lieu, puisque les retours au méridien seraient égaux.

Supposons donc le mouvement du soleil parfaitement uniforme, le soleil faisant tous les jours un arc EF (*fig.* 5) ou SO, d'un degré juste. Supposons qu'hier le soleil fût en S dans le méridien SB, et qu'aujourd'hui le point S étant revenu au méridien, le soleil soit en O sur un cercle de déclinaison OQ, qui doit arriver sur le méridien SA par le mouvement diurne, pour qu'il soit midi; alors l'arc AQ de l'équateur mesure le temps qu'il faudra pour que le soleil arrive au méridien; quelle que soit la longueur de l'arc OS de l'écliptique, cet arc n'emploiera à passer que le temps qui est mesuré par l'arc AQ de l'équateur; c'est-à-dire que si l'arc AQ est d'un degré, il faudra quatre minutes à l'arc SO, grand ou petit, pour traverser le méridien. Or, dans la figure, on voit que AQ est plus grand que SO. Ainsi, dès que SO est d'un degré, AQ est de plus d'un degré, et il faudra plus de quatre minutes au soleil pour arriver de O en S. La distance du soleil à l'équateur fait que l'arc OS est plus petit que l'arc AQ, parce qu'il est compris entre deux cercles de déclinaison SA et OQ, qui sont perpendiculaires à l'équateur EAQ, et qui vont se rencontrer au pôle, ensorte que leur distance est moindre vers O que vers Q; au contraire, dans les équinoxes, et lorsque le soleil parcourt un arc EF d'un degré, il ne fait, par rapport à l'équateur, qu'un arc DE, qui est plus petit qu'un degré, parce que EF est l'hypothénuse du triangle EFD, et par conséquent plus grande que le côté ED.

Mais que l'arc OS soit plus long ou plus court,

c'est toujours l'arc A Q de l'équateur qui règle le temps employé par le soleil à venir du point O jusqu'au méridien S A B. Supposons donc que S O soit tous les jours de 59', A Q sera plus grand dans les solstices, et le soleil retardera; A Q sera plus petit dans les équinoxes, comme on voit que E D est plus petit que E F, et le soleil avancera; la différence entre E S et E A, sera la mesure totale de l'équation du temps pour cette partie, car tous les jours le soleil décrit un arc E F auquel répond un arc E D de l'équateur : si celui-ci est plus petit, le soleil passe un peu plutôt; et quand il aura décrit E F S, ce sera la différence totale entre E S et E A, qui exprimera la somme de toutes les petites différences entre les portions E F, et les parties E D de l'équateur, qui correspondaient chaque jour aux parties de l'écliptique.

Supposons que le soleil, au bout de 45 jours, ait fait sur l'écliptique un arc E S de 45 degrés, l'arc A E de l'équateur ne sera que de 43 degrés. Si le soleil avait été sur l'équateur avec la même vîtesse, il aurait fait E L égal à E S ; mais le point L passera au méridien S A B huit minutes plus tard que le point A ou le point S; ainsi le soleil vrai avance de 8' sur le soleil moyen L, même en faisant abstraction de l'inégalité réelle de son mouvement, et en le supposant mû uniformément sur l'écliptique E S. Le soleil vrai S passe au méridien avec le point A de l'équateur, c'est-à-dire 8' plutôt qu'il ne passerait, si son mouvement E L se faisait sur l'équateur.

Pour combiner les deux causes de l'équation du temps, considérons le soleil vrai à la fin d'octobre : son mouvement ayant été fort petit en été, il se

trouve être moins avancé vers l'orient de deux degrés qu'il ne devrait l'être, et passe au méridien 8′ trop tôt; il y a donc alors 8′ à ôter du midi vrai pour avoir le temps moyen, à raison de la première cause.

Mais alors le soleil, en avançant dans son orbite inclinée sur l'équateur, se trouve aussi répondre perpendiculairement à un point A de l'équateur moins avancé de 2° que le point S, où il est sur l'écliptique. Il passe donc au méridien 8′ plutôt qu'il ne devrait y passer. Il a fait, par exemple, réellement 45° sur l'écliptique, et il répond cependant au même point que s'il n'en avait fait que 43, mais qu'il les eût faits sur l'équateur, et ces 8′ viennent de la seconde cause. Ainsi, dans ce cas, les deux causes concourent dans le même sens, et voilà pourquoi à la fin d'octobre le soleil avance de 16′. *Le temps moyen au midi vrai* n'est que de 11$^{h.}$ 44′, c'est-à-dire que, quand le vrai soleil est au méridien, une bonne horloge ne marquera que 11$^{h.}$ 44′

L'on peut aussi combiner ensemble ces deux causes, qui rendent inégaux les retours du soleil au méridien, en concevant un soleil moyen et uniforme qui tourne dans l'équateur, de manière à faire chaque jour 59′ 8″ et les 360 degrés en même temps que le soleil par son mouvement propre. Supposons que le soleil moyen parte de l'équinoxe du printemps au moment où la longitude moyenne est zéro : toutes les fois que ce soleil moyen arrivera au méridien, nous dirons qu'il est midi moyen; et si le soleil vrai se trouve plus ou moins avancé, en sorte qu'il soit plus ou moins de midi, nous appellerons la différence *équation du temps.*

Il suit de ces principes, que la différence entre l'ascension droite moyenne du soleil et son ascension droite vraie, convertie en temps, donnera l'équation du temps; mais l'ascension droite moyenne est nécessairement de la même quantité que la longitude moyenne, puisque l'une et l'autre commencent et finissent à l'équinoxe, qu'elles sont toujours proportionnelles au temps, et qu'elles augmentent chaque jour de 59′ 8″; on peut donc les prendre l'une pour l'autre. Ainsi *l'équation du temps est la différence entre la longitude moyenne et l'ascension droite vraie du soleil convertie en temps.*

L'équation du temps était connue et employée même du temps de Ptolémée, qui en parle dans son *Almageste* (Liv. III, chap. 10). Cependant Tycho-Brahé n'employa que la seconde partie de l'équation du temps qui dépend de l'obliquité de l'écliptique; mais Kepler l'employa tout entière. L'équation du temps telle qu'on l'emploie aujourd'hui, fut généralement adoptée en 1672, lorsque Flamsteed publia une dissertation à ce sujet à la suite des œuvres d'Horoccius.

*Le temps moyen*, temps égal, *tempus æquatum*, est proprement celui des astronomes, car le temps vrai leur est indifférent et inutile; ils ne l'observent que parce qu'il sert à trouver le temps moyen : celui-ci est l'objet ou le but qu'ils se proposent. Le temps vrai est facile à observer, puisqu'il est immédiatement marqué par le soleil que nous voyons; mais si l'on a fait une observation à 8 heures de temps vrai, c'est-à-dire 8 heures après que le soleil avait été observé dans le méridien, et que l'équation du temps soit alors de 10 minutes additives, on sait que le temps moyen de cette obser-

vation est 8h. 10', et c'est celui qu'il faut connaître pour en faire usage dans les calculs. Le temps vrai n'est pas un temps propre à servir d'échelle de numération, car il est de l'essence d'une pareille échelle d'être toujours constante, uniforme et égale. Toutes les révolutions célestes, toutes les époques en temps, tous les intervalles de temps que l'on trouve dans les tables astronomiques, sont toujours en temps moyen; car ces tables, devant servir pour les temps passés et futurs, ne peuvent être disposées que pour des années égales, des jours égaux et uniformes, c'est-à-dire pour des temps moyens.

La table même de l'équation du temps qui renferme la différence entre le temps moyen et le temps vrai, donne cette différence en temps moyen, et ne pourrait la donner autrement; car si nous concevons le soleil vrai et le soleil moyen éloignés l'un de l'autre de quatre degrés, en sorte qu'il doive s'écouler plus d'un quart d'heure de différence entre leurs passages au méridien, cet espace d'un quart d'heure doit se compter comme tous les autres temps des tables astronomiques, sur la même horloge et sur la même échelle que toutes les révolutions et toutes les durées des mouvements célestes; il doit donc se compter en temps moyen.

Je ne serai pas surpris si les détails dans lesquels je viens d'entrer paraissent trop longs; cette matière est si importante, elle est si peu connue de la plupart des artistes horlogers, que j'ai cru ne devoir rien négliger de ce qui pourrait leur en faciliter l'intelligence.

Si l'équation du temps n'avait pas été connue, les horloges à pendule l'auraient manifestée; mais Hipparque, 130 ans avant J. C., connaissait déja

l'inégalité du soleil; et depuis un siècle et demi, sans interruption, les astronomes publient chaque année la table du *temps moyen au midi vrai.*

Par le secours de cette table on réglera facilement les pendules; car, après chaque colonne du temps moyen au midi vrai, on en trouve une sous le titre de *différence*; celle-ci fait voir de combien une pendule dont le mouvement serait parfaitement égal, s'écarterait chaque jour de l'heure marquée par le soleil. Ainsi, pour bien régler la pendule, on la mettra à l'heure du soleil sur une méridienne, et quelques jours après on consultera la table des différences, pour voir si elle a avancé ou retardé chaque jour de la quantité dont cette table marque que le soleil a retardé ou avancé les mêmes jours.

Je suppose, par exemple, que la pendule ayant été mise à l'heure le premier janvier, on veuille savoir, le 31 du même mois, si elle a suivi le mouvement moyen du soleil; on trouve que, sur la méridienne, elle est en avance de 8'. On consulte la table, et l'on trouve, en additionnant les différences marquées pour chaque jour, qu'elle devrait se trouver en avance de 10' 4" 1/2; d'où l'on voit qu'elle n'a pas suivi le mouvement moyen du soleil, et qu'elle a réellement retardé de 2' 4" 1/2.

Dans les Tables suivantes, la dernière colonne de chaque mois marquant le nombre de secondes dont le soleil varie en 24 heures sur le temps moyen, on voit qu'en ajoutant à l'équation 3'49",3 du premier janvier, 28",3 dont il a varié du 1er au 2, on aura 4'17",6 pour l'équation du 2, etc.

**Table du Temps moyen au Midi vrai.**

| Jours. | Janvier. H. M. S. | Differ. | Jours. | Février. H. M. S. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 3 49,3 | | 1 | 0 13 57,3 | |
| 2 | 0 4 17,6 | 28,3 | 2 | 0 14 5,1 | 7,8 |
| 3 | 0 4 45,7 | 28,1 | 3 | 0 14 12,0 | 6,9 |
| 4 | 0 5 13,5 | 27,8 | 4 | 0 14 18,1 | 6,1 |
| 5 | 0 5 40,9 | 27,4 | 5 | 0 14 23,5 | 5,4 |
| 6 | 0 6 7,7 | 26,8 | 6 | 0 14 28,0 | 4,5 |
| 7 | 0 6 34,1 | 26,4 | 7 | 0 14 31,7 | 3,7 |
| 8 | 0 7 0,0 | 25,9 | 8 | 0 14 34,6 | 2,9 |
| 9 | 0 7 25,4 | 25,4 | 9 | 0 14 36,5 | 1,9 |
| 10 | 0 7 50,1 | 24,7 | 10 | 0 14 37,7 | 1,2 |
| 11 | 0 8 14,3 | 24,2 | 11 | 0 14 38,1 | 0,4 |
| 12 | 0 8 37,9 | 23,6 | 12 | 0 14 37,9 | 0,2 |
| 13 | 0 9 0,9 | 23,0 | 13 | 0 14 36,8 | 1,1 |
| 14 | 0 9 23,3 | 22,4 | 14 | 0 14 34,9 | 1,9 |
| 15 | 0 9 44,9 | 21,6 | 15 | 0 14 32,1 | 2,8 |
| 16 | 0 10 5,8 | 20,9 | 16 | 0 14 28,7 | 3,4 |
| 17 | 0 10 26,0 | 20,2 | 17 | 0 14 24,4 | 4,3 |
| 18 | 0 10 45,5 | 19,5 | 18 | 0 14 19,6 | 4,8 |
| 19 | 0 11 4,3 | 18,8 | 19 | 0 14 14,1 | 5,5 |
| 20 | 0 11 22,4 | 18,1 | 20 | 0 14 7,8 | 6,3 |
| 21 | 0 11 39,7 | 17,3 | 21 | 0 14 0,7 | 7,1 |
| 22 | 0 11 56,2 | 16,5 | 22 | 0 13 53,1 | 7,6 |
| 23 | 0 12 11,9 | 15,7 | 23 | 0 13 44,9 | 8,2 |
| 24 | 0 12 26,7 | 14,8 | 24 | 0 13 36,0 | 8,9 |
| 25 | 0 12 40,7 | 14,0 | 25 | 0 13 26,7 | 9,3 |
| 26 | 0 12 54,0 | 13,3 | 26 | 0 13 16,8 | 9,9 |
| 27 | 0 13 6,5 | 12,5 | 27 | 0 13 6,2 | 10,6 |
| 28 | 0 13 18,3 | 11,8 | 28 | 0 12 55,0 | 11,2 |
| 29 | 0 13 29,3 | 11,0 | | | |
| 30 | 0 13 39,4 | 10,1 | | | |
| 31 | 0 13 48,8 | 9,4 | | | |

TABLE du Temps moyen au Midi vrai.

| Jours. | MARS. H. M. S. | Differ. | Jours. | AVRIL. H. M. S. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 12 43,3 | | 1 | 0 4 4,9 | |
| 2 | 0 12 31,1 | 12,2 | 2 | 0 3 46,7 | 18,2 |
| 3 | 0 12 18,6 | 12,5 | 3 | 0 3 28,6 | 18,1 |
| 4 | 0 12 5,7 | 12,9 | 4 | 0 3 10,6 | 18,0 |
| 5 | 0 11 52,3 | 13,4 | 5 | 0 2 52,8 | 17,8 |
| 6 | 0 11 38,4 | 13,9 | 6 | 0 2 35,2 | 17,6 |
| 7 | 0 11 24,1 | 14,3 | 7 | 0 2 17,8 | 17,4 |
| 8 | 0 11 9,3 | 14,8 | 8 | 0 2 0,6 | 17,2 |
| 9 | 0 10 54,2 | 15,1 | 9 | 0 1 43,6 | 17,0 |
| 10 | 0 10 38,7 | 15,5 | 10 | 0 1 26,8 | 16,8 |
| 11 | 0 10 22,8 | 15,9 | 11 | 0 1 10,3 | 16,5 |
| 12 | 0 10 6,6 | 16,2 | 12 | 0 0 54,1 | 16,2 |
| 13 | 0 9 50,1 | 16,5 | 13 | 0 0 38,1 | 16,0 |
| 14 | 0 9 33,3 | 16,8 | 14 | 0 0 22,4 | 15,7 |
| 15 | 0 9 16,3 | 17,0 | 15 | 0 0 7,1 | 15,3 |
| 16 | 0 8 58,9 | 17,4 | 16 | 11 59 52,1 | 15,0 |
| 17 | 0 8 41,3 | 17,6 | 17 | 11 59 37,4 | 14,7 |
| 18 | 0 8 23,5 | 17,8 | 18 | 11 59 23,0 | 14,4 |
| 19 | 0 8 5,5 | 18,0 | 19 | 11 59 9,1 | 13,9 |
| 20 | 0 7 47,3 | 18,2 | 20 | 11 58 55,6 | 13.5 |
| 21 | 0 7 29,0 | 18,3 | 21 | 11 58 42,5 | 13,1 |
| 22 | 0 7 10,6 | 18,4 | 22 | 11 58 29,8 | 12,7 |
| 23 | 0 6 52,1 | 18,5 | 23 | 11 58 17,5 | 12,3 |
| 24 | 0 6 33,5 | 18,6 | 24 | 11 58 5,7 | 11,8 |
| 25 | 0 6 14,8 | 18,7 | 25 | 11 57 54,4 | 11,3 |
| 26 | 0 5 56,1 | 18,7 | 26 | 11 57 43,7 | 10,7 |
| 27 | 0 5 37,4 | 18,7 | 27 | 11 57 33,6 | 10,1 |
| 28 | 0 5 18,7 | 18,7 | 28 | 11 57 24,0 | 9,6 |
| 29 | 0 5 0,1 | 18,6 | 29 | 11 57 14,6 | 9,4 |
| 30 | 0 4 41,6 | 18,5 | 30 | 11 57 5,8 | 8,8 |
| 31 | 0 4 23,2 | 18,4 | | | |

TABLE du Temps moyen au Midi vrai.

| Jours. | MAI. H. M. S. | Differ. | Jours. | JUIN. H. M. S. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 56 57,7 | | 1 | 11 57 19,9 | |
| 2 | 11 56 50,2 | 7,5 | 2 | 11 57 28,9 | 9,0 |
| 3 | 11 56 43,2 | 7,0 | 3 | 11 57 38,3 | 9,4 |
| 4 | 11 56 36,7 | 6,5 | 4 | 11 57 48,1 | 9,8 |
| 5 | 11 56 30,7 | 6,0 | 5 | 11 57 58,2 | 10,1 |
| 6 | 11 56 25,4 | 5,3 | 6 | 11 58 8,6 | 10,4 |
| 7 | 11 56 20,6 | 4,8 | 7 | 11 58 19,4 | 10,8 |
| 8 | 11 56 16,5 | 4,1 | 8 | 11 58 30,5 | 11,1 |
| 9 | 11 56 12,8 | 3,7 | 9 | 11 58 42,0 | 11,5 |
| 10 | 11 56 9,7 | 3,1 | 10 | 11 58 53,6 | 11,6 |
| 11 | 11 56 7,2 | 2,5 | 11 | 11 59 5,5 | 11,9 |
| 12 | 11 56 5,2 | 2,0 | 12 | 11 59 17,5 | 12,0 |
| 13 | 11 56 3,9 | 1,3 | 13 | 11 59 29,7 | 12,2 |
| 14 | 11 56 2,9 | 1,0 | 14 | 11 59 42,0 | 12,3 |
| 15 | 11 56 2,8 | 0,1 | 15 | 11 59 54,4 | 12,4 |
| 16 | 11 56 2,9 | 0,1 | 16 | 0 0 7,0 | 12,6 |
| 17 | 11 56 3,8 | 0,9 | 17 | 0 0 19,7 | 12,7 |
| 18 | 11 56 5,1 | 1,3 | 18 | 0 0 32,4 | 12,7 |
| 19 | 11 56 7,0 | 1,9 | 19 | 0 0 45,2 | 12,8 |
| 20 | 11 56 9,4 | 2,4 | 20 | 0 0 58,0 | 12,8 |
| 21 | 11 56 12,4 | 3,0 | 21 | 0 1 10,9 | 12,9 |
| 22 | 11 56 16,0 | 3,6 | 22 | 0 1 23,8 | 12,9 |
| 23 | 11 56 20,0 | 4,0 | 23 | 0 1 36,6 | 12,8 |
| 24 | 11 56 24,6 | 4,6 | 24 | 0 1 49,4 | 12,8 |
| 25 | 11 56 29,8 | 5,2 | 25 | 0 2 2,2 | 12,8 |
| 26 | 11 56 35,5 | 5,7 | 26 | 0 2 15,0 | 12,8 |
| 27 | 11 56 41,7 | 6,2 | 27 | 0 2 27,7 | 12,7 |
| 28 | 11 56 48,2 | 6,5 | 28 | 0 2 40,2 | 12,5 |
| 29 | 11 56 55,5 | 7,3 | 29 | 0 2 52,5 | 12,3 |
| 30 | 11 57 3,2 | 7,7 | 30 | 0 3 4,6 | 12,1 |
| 31 | 11 57 11,3 | 8,1 | | | [illegible] |

**Table du Temps moyen au Midi vrai.**

| Jours. | Juillet. | Differ. | Jours. | Aout. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | H. M. S. | | | H. M. S. | |
| 1 | 0 3 16,5 | | 1 | 0 5 58,7 | |
| 2 | 0 3 28,2 | 11,7 | 2 | 0 5 55,3 | 3,4 |
| 3 | 0 3 39,7 | 11,5 | 3 | 0 5 51,3 | 4,0 |
| 4 | 0 3 50,9 | 11,2 | 4 | 0 5 46,7 | 4,6 |
| 5 | 0 4 1,8 | 10,9 | 5 | 0 5 41,5 | 5,2 |
| 6 | 0 4 12,3 | 10,5 | 6 | 0 5 35,7 | 5,8 |
| 7 | 0 4 22,5 | 10,2 | 7 | 0 5 29,3 | 6,4 |
| 8 | 0 4 32,3 | 9,8 | 8 | 0 5 22,3 | 7,0 |
| 9 | 0 4 41,7 | 9,4 | 9 | 0 5 14,7 | 7,6 |
| 10 | 0 4 50,7 | 9,0 | 10 | 0 5 6,4 | 8,3 |
| 11 | 0 4 59,2 | 8,5 | 11 | 0 4 57,5 | 8,9 |
| 12 | 0 5 7,2 | 8,0 | 12 | 0 4 48,1 | 9,4 |
| 13 | 0 5 14,8 | 7,6 | 13 | 0 4 38,1 | 10,0 |
| 14 | 0 5 22,0 | 7,2 | 14 | 0 4 27,5 | 10,6 |
| 15 | 0 5 28,6 | 6,6 | 15 | 0 4 6,4 | 11,1 |
| 16 | 0 5 34,6 | 6,0 | 16 | 0 4 4.8 | 11,6 |
| 17 | 0 5 40,1 | 5,5 | 17 | 0 3 52,6 | 12,2 |
| 18 | 0 5 45,2 | 5,1 | 18 | 0 3 39,9 | 12,7 |
| 19 | 0 5 49,8 | 4,6 | 19 | 0 3 26,8 | 13,1 |
| 20 | 0 5 53,8 | 4,0 | 20 | 0 3 13,1 | 13,7 |
| 21 | 0 5 57,3 | 3,5 | 21 | 0 2 59,0 | 14,1 |
| 22 | 0 6 0,2 | 2,9 | 22 | 0 2 44,5 | 14,5 |
| 23 | 0 6 2,6 | 2,4 | 23 | 0 2 29,5 | 15,0 |
| 24 | 0 6 4,5 | 1,9 | 24 | 0 2 14,0 | 15,5 |
| 25 | 0 6 5,8 | 1,3 | 25 | 0 1 58,2 | 15,8 |
| 26 | 0 6 6,5 | 0,7 | 26 | 0 1 42,0 | 16,2 |
| 27 | 0 6 6,6 | 0,1 | 27 | 0 1 25,4 | 16,6 |
| 28 | 0 6 6,2 | 0,4 | 28 | 0 1 8,5 | 16,9 |
| 29 | 0 6 5,2 | 1,0 | 29 | 0 0 51,2 | 17,3 |
| 30 | 0 6 3,6 | 1,6 | 30 | 0 0 33,4 | 17,8 |
| 31 | 0 6 1,5 | 2,1 | 31 | 0 0 15,3 | 18,1 |

TABLE du Temps moyen au Midi vrai.

| Jours. | SEPTEMBRE. H. M. S. | Differ. | Jours. | OCTOBRE. H. M. S. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 59 57,1 | | 1 | 11 49 47,4 | |
| 2 | 11 59 38,6 | 18,5 | 2 | 11 49 28,5 | 18,9 |
| 3 | 11 59 19,7 | 18,9 | 3 | 11 49 9,9 | 18,6 |
| 4 | 11 59 0,5 | 19,2 | 4 | 11 48 51,6 | 18,3 |
| 5 | 11 58 41,0 | 19,5 | 5 | 11 48 33,7 | 17,9 |
| 6 | 11 58 21,3 | 19,7 | 6 | 11 48 16,0 | 17,7 |
| 7 | 11 58 1,4 | 19,9 | 7 | 11 47 58,7 | 17,3 |
| 8 | 11 57 41,3 | 20,1 | 8 | 11 47 41,9 | 16,8 |
| 9 | 11 57 20,9 | 20,4 | 9 | 11 47 25,5 | 16,4 |
| 10 | 11 57 0,3 | 20,6 | 10 | 11 47 9,4 | 16,1 |
| 11 | 11 56 39,6 | 20,7 | 11 | 11 46 53,8 | 15,6 |
| 12 | 11 56 18,8 | 20,8 | 12 | 11 46 38,6 | 15,2 |
| 13 | 11 55 57,8 | 21,0 | 13 | 11 46 23,9 | 14,7 |
| 14 | 11 55 36,8 | 21,0 | 14 | 11 46 9,7 | 14,2 |
| 15 | 11 55 15,7 | 21,1 | 15 | 11 45 56,2 | 13,5 |
| 16 | 11 54 54,5 | 21,2 | 16 | 11 45 43,2 | 13,0 |
| 17 | 11 54 33,3 | 21,2 | 17 | 11 45 30,7 | 12,5 |
| 18 | 11 54 12,2 | 21,1 | 18 | 11 45 18,8 | 11,9 |
| 19 | 11 53 51,1 | 21,1 | 19 | 11 45 7,5 | 11,3 |
| 20 | 11 53 30,0 | 21,1 | 20 | 11 44 56,9 | 10,6 |
| 21 | 11 53 9,0 | 21,0 | 21 | 11 44 47,0 | 9,9 |
| 22 | 11 52 48,1 | 20,9 | 22 | 11 44 37,7 | 9,3 |
| 23 | 11 52 27,3 | 20,8 | 23 | 11 44 29,2 | 8,5 |
| 24 | 11 52 6,7 | 20,6 | 24 | 11 44 21,4 | 7,8 |
| 25 | 11 51 46,2 | 20,5 | 25 | 11 44 14,3 | 7,1 |
| 25 | 11 51 25,8 | 20,4 | 26 | 11 44 7,8 | 6,5 |
| 27 | 11 51 5,6 | 20,2 | 27 | 11 44 2,0 | 5,8 |
| 28 | 11 50 45,7 | 19,9 | 28 | 11 43 57,0 | 5,0 |
| 29 | 11 50 26,0 | 19,7 | 29 | 11 43 52,8 | 4,2 |
| 30 | 11 50 6,6 | 19,4 | 30 | 11 43 49,4 | 3,4 |
| | | | 31 | 11 43 46,8 | 2,6 |

Table du Temps moyen au Midi vrai.

| Jours. | Novembre. H. M. S. | Differ. | Jours. | Décembre. H. M. S. | Differ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 43 45,1 | 1.0 | 1 | 11 49 10,3 | 22,9 |
| 2 | 11 43 44,1 | 0,3 | 2 | 11 49 33,2 | 23,5 |
| 3 | 11 43 43,8 | 0,5 | 3 | 11 49 56,7 | 24,1 |
| 4 | 11 43 44,1 | 1,3 | 4 | 11 50 20,8 | 24,7 |
| 5 | 11 43 45,6 | 2,1 | 5 | 11 50 45,5 | 25,1 |
| 6 | 11 43 47,7 | 2,9 | 6 | 11 51 10,6 | 25,6 |
| 7 | 11 43 50,6 | 3,7 | 7 | 11 51 36,2 | 26,2 |
| 8 | 11 43 54,3 | 4,6 | 8 | 11 52 2,4 | 26,7 |
| 9 | 11 43 58,9 | 5,5 | 9 | 11 52 29,1 | 27,1 |
| 10 | 11 44 4,4 | 6,3 | 10 | 11 52 56,2 | 27,4 |
| 11 | 11 44 10,7 | 7,1 | 11 | 11 53 23,6 | 27,8 |
| 12 | 11 44 17,8 | 7,9 | 12 | 11 53 51,4 | 28,2 |
| 13 | 11 44 25,7 | 8,8 | 13 | 11 54 19,6 | 28,5 |
| 14 | 11 44 34,5 | 9,6 | 14 | 11 54 48,1 | 28,9 |
| 15 | 11 44 44,1 | 10,5 | 15 | 11 55 17,0 | 29,1 |
| 16 | 11 44 54.6 | 11,4 | 16 | 11 55 46,1 | 29,3 |
| 17 | 11 45 6,0 | 12,2 | 17 | 11 56 15,4 | 29,5 |
| 18 | 11 45 18,2 | 13,1 | 18 | 11 56 44,9 | 29,8 |
| 19 | 11 45 31,3 | 13,9 | 19 | 11 57 14,7 | 30,0 |
| 20 | 11 45 45,2 | 14,7 | 20 | 11 57 44,7 | 30,0 |
| 21 | 11 45 59,9 | 15,6 | 21 | 11 58 14,7 | 30,1 |
| 22 | 11 46 15,5 | 16,4 | 22 | 11 58 44,8 | 30,1 |
| 23 | 11 46 31,9 | 17,2 | 23 | 11 59 14,9 | 30,1 |
| 24 | 11 46 49,1 | 18,0 | 24 | 11 59 45,0 | 30,1 |
| 25 | 11 47 7,1 | 18,7 | 25 | 11 0 15,1 | 30,1 |
| 26 | 11 47 25,8 | 19,4 | 26 | 0 0 45,2 | 29,9 |
| 27 | 11 47 45,2 | 20,2 | 27 | 0 1 15,1 | 29,7 |
| 28 | 11 48 5,4 | 20,9 | 28 | 0 1 44,8 | 29,5 |
| 29 | 11 48 26,3 | 21,7 | 29 | 0 2 14,3 | 29,4 |
| 30 | 11 48 48,0 | | 30 | 0 2 43,7 | 29,3 |
| | | | 31 | 0 3 13,0 | |

*Différence des heures solaires vraies et des heures solaires moyennes.*

Le changement qu'éprouve, d'un jour à l'autre, l'équation du temps, et qui va jusqu'à 30″ vers le 20 ou 24 décembre, fait que le jour moyen diffère du jour vrai, et les 24 heures solaires moyennes des 24 heures solaires vraies : je suppose qu'à midi, le 24 décembre, le soleil vrai soit d'accord avec le soleil moyen, l'un et l'autre étant dans le méridien ; dès le lendemain à midi vrai, le temps moyen sera de 30″, parce que le soleil moyen aura passé 30″ plutôt que le soleil vrai; ainsi la durée du jour moyen aura été plus petite de 30″ que la durée du jour vrai; chaque heure vraie aura été plus grande ce jour-là de 1″ 1/4 que l'heure moyenne, qui est toujours invariable et constante.

Cet excès des heures vraies diminue de jour à autre depuis le 24 décembre jusqu'au 10 février, qu'il y a égalité entre le jour moyen et le jour vrai; de là les jours moyens commencent à être plus longs, et le 25 de mars le jour moyen surpasse de 18″ 1/2 le jour vrai ; cette différence redevient nulle le 15 de mai. Le 21 de juin, le jour vrai est plus long de 13″ ; le 26 juillet, il y a égalité; le 18 septembre, le jour moyen est plus grand de 21″; le 1^er^ ou le 2 novembre, il y a encore égalité, après quoi le jour vrai gagne à son tour, et devient plus long pour tout le reste de l'année : cela est aisé à voir en jetant les yeux sur la Table du temps moyen au midi vrai.

C'est la somme de toutes ces accélérations diurnes et successives du jour vrai sur le jour moyen, ou

de celui-ci sur le premier, qui forme ensuite l'équation du temps; ainsi depuis le premier septembre, où le soleil vrai est à peu près d'accord avec le soleil moyen, et que l'équation est nulle, le jour vrai étant plus petit de 18″ 1/2 par jour, le soleil moyen retarde tous les jours sur le soleil vrai, et se trouve de plus en plus avancé vers l'orient par rapport à lui, jusqu'au premier novembre, où il est le plus oriental, et passe au méridien environ 16′ 10″ après le soleil vrai. Pour réduire un intervalle de temps moyen en intervalle de temps vrai, il suffit d'y ajouter quelques secondes quand les jours vrais sont les plus longs, comme dans le mois de janvier.

*Nota.* On n'avait jamais employé dans l'astronomie d'autres élémens, pour l'équation du temps, que les deux quantités dont nous avons parlé (*pag.* 178—181), parce qu'on ne connaissait pas d'autres sources de différences entre l'ascension droite vraie et la moyenne, que l'équation de l'orbite et l'obliquité de l'écliptique; mais depuis que Euler et Clairaut ont eu calculé les dérangemens que causent dans le mouvement réel de la terre, et par conséquent dans le mouvement apparent du soleil, les attractions de la Lune, de Vénus et de Jupiter, et que Bradley a eu découvert l'équation de la précession en ascension droite, qui fait la seconde partie de la nutation, ces petites équations ont dû produire une troisième partie dans l'équation du temps, car elles affectent l'ascension droite vraie du soleil et la font différer davantage de l'ascension droite moyenne; ainsi il en résulte une inégalité dans la différence de ces deux ascensions droites, qui forme l'équation du temps.

## ARTICLE II.

*De la Méridienne du Temps moyen.*

Le midi vrai est l'instant où le centre du soleil est dans le méridien. Un jour vrai est l'intervalle de deux retours du soleil au même méridien : pendant cet intervalle, il passe au méridien 360 degrés de l'équateur céleste, plus un arc de ce cercle égal au mouvement diurne du soleil en ascension droite. Ainsi, ce mouvement étant inégal, comme nous l'avons démontré dans l'article précédent, le temps vrai ne peut être uniforme. Une horloge bien réglée ne s'accordera avec le temps vrai que quatre fois dans l'année; à tous les autres jours elle avancera ou retardera, selon que la longitude moyenne du soleil sera plus petite ou plus grande que son ascension droite vraie.

La connaissance du rapport du temps moyen au temps vrai est donc nécessaire pour régler les pendules et les montres sur le mouvement moyen du soleil; elle est indispensable pour l'usage des tables astronomiques, parce que ces tables ne pouvant être disposées que pour des temps égaux et uniformes, c'est toujours le temps moyen qu'il faut employer, lorsque l'on veut calculer le lieu d'une planète. Enfin cette connaissance deviendrait d'une nécessité absolue si l'on adoptait l'idée de se passer du temps vrai, et de n'employer, même dans la société, que le temps moyen : ce que plusieurs savans ont déja proposé différentes fois, mais sans beaucoup de succès. Il est vrai que ce changement

serait accompagé de quelques inconvéniens qui en balanceraient les avantages : il rendrait inutile tous les cadrans solaires, à la réserve de ceux qui ont une méridienne du temps moyen. Mais ces méridiennes sont rares encore et difficiles à tracer bien exactement ; elles ne sont justes que pour un temps : au bout d'un siècle elles sont sujettes à des erreurs d'un quart de minute en plus et en moins ; vers les deux sommets et vers la triple intersection de la courbe, l'heure précise du midi moyen est assez douteuse. Le midi moyen est inégalement éloigné du lever et du coucher du soleil, et en certain temps l'arc semi-diurne du soir et celui du matin diffèrent d'une demi-heure. Le moindre nuage, à l'instant du midi, empêcherait tout-à-fait l'observation, car la méridienne du temps moyen ne peut être suppléée par aucune autre ligne horaire, à moins d'un petit calcul. Les variations diurnes des montres ordinaires surpassent de beaucoup les inégalités du temps vrai, qui sont insensibles d'un jour à l'autre pour les usages civils. Les hauteurs égales ou correspondantes ne donnent que le midi vrai. Les hauteurs absolues, les passages au méridien ne donnent encore que le temps vrai. C'est pour le temps vrai que les astronomes calculent leurs éphémérides, afin d'y trouver immédiatement, et sans réduction, toutes les quantités dont ils ont besoin pour calculer les observations. Enfin les trois diverses espèces de temps, avec leurs inconvéniens, ont aussi des avantages qui leur sont propres. Le temps sidéral réglera les pendules des observatoires, parce que toute l'astronomie repose sur l'observation des étoiles ; le temps moyen sera seul employé dans les tables des planètes et des satellites ;

et le temps vrai qui règle les jours et les saisons, continuera probablement d'être seul connu et suivi dans les usages civils.

Puisque le temps moyen précède et suit tour à tour le temps vrai, la ligne méridienne du temps moyen doit passer alternativement de côté et d'autre de celle du temps vrai, et serpenter autour de cette ligne, qui est toujours une ligne droite quand elle est tracée sur un plan droit comme celui que nous supposons (*fig.* 12).

L'on voit par la figure de la méridienne du temps moyen, qui ressemble à un 8 de chiffre fort alongé (*fig.* 13), que le point de lumière qui passe par le sommet du style S, doit tomber deux fois dans un jour sur la courbe : mais il n'y a qu'une de ses branches qui marque le midi moyen pour un certain temps de l'année; la seconde branche le marque pour une autre saison, ce qu'il est facile de distinguer par les noms des mois écrits autour de cette courbe.

Pour tracer la ligne méridienne du temps moyen, il faut d'abord établir la méridienne du temps vrai, comme nous l'avons expliqué 7^e^ partie, art. 11 et suivants, page 153.

Aux deux côtés de la méridienne du temps vrai, et par le centre du cadran (1), on tirera les lignes horaires de onze heures 45 minutes, et de midi 15 minutes, comme on le voit (*fig.* 13) : il suffit d'avoir une bonne montre à secondes pour tracer

(1) Ce centre est le point d'intersection R de la ligne R S avec le prolongement de la méridienne P M; R S étant égal à la hauteur du pôle (*fig.* 12).

ces deux lignes; mais si l'on veut procéder par le calcul des angles horaires, on fera cette analogie:

Le rayon : sin. de la haut. du pôle :: la tang. de la distance du soleil au méridien (pour l'heure proposée): la tang. de l'angle horaire (dans le cadran horizontal).

Lorsqu'on aura tracé les deux lignes de $11^{h.}\ 45'$ et $12^{h.}\ 15'$, on cherchera, sur la méridienne du temps vrai, les points auxquels répondent les degrés des signes du zodiaque, de cinq en cinq degrés; en voici d'abord la méthode géométrique.

Sur un plan à part (*fig.* 12) on tracera une ligne PM, qui représentera la méridienne. On élèvera la perpendiculaire PS, qui soit égale à la hauteur du style que l'étendue de la méridienne comporte. Du point S, comme centre, et d'un rayon convenable à l'échelle des cordes ou à celle des parties égales dont on fera usage, on décrira l'arc PO, sur lequel on prendra les angles des figures en cette sorte:

On tirera la ligne SB, faisant l'angle PSB égal à l'élévation de l'équateur sur l'horizon du lieu (cet angle est toujours égal au complément de la hauteur du pôle), et l'on aura, sur la méridienne PM, le point B, qui sera le premier degré du bélier et de la balance. Les lignes SC et SM, faisant avec SB les deux angles égaux CSB et BSM de 23 degrés 28 minutes, l'on aura les premiers degrés de l'écrevisse et du capricorne, qui sont les deux solstices d'été et d'hiver. Ensuite on tirera les lignes SD et SG, faisant avec la ligne SB les deux angles égaux de $20^{\circ}\ 11'$, et l'on aura les premiers degrés du sagittaire, du verseau, du lion et des gémeaux. Les lignes SE et SF, faisant avec SB les angles égaux ESB et FSB de $11^{\circ}\ 29'$, donneront les pre-

miers degrés du taureau, de la vierge, du scorpion et des poissons. Voilà donc le premier degré ou le dernier de chaque signe. Ces degrés doivent toujours se compter depuis la ligne SB, qui représente l'équateur.

On procédera de la même manière pour avoir les degrés intermédiaires de cinq en cinq, comme ils sont tracés sur la fig. 2. Il n'est pas nécessaire, dans la pratique, de tirer réellement les lignes S C, S G, etc.; il suffit de marquer, sur la méridienne, les points d'intersection de ces lignes.

L'on obtiendrait plus d'exactitude en cherchant ces points par le calcul. La déclinaison du soleil, ou sa distance à l'équateur, au degré du signe dont on cherche la position sur la méridienne, étant connue (1), si la déclinaison est septentrionale, on l'ajoutera à la hauteur de l'équateur; on la soustraira si la déclinaison est méridionale; la somme ou la différence sera la hauteur méridienne du soleil. Par exemple au 15 juillet 1818, à 22° 18′ de l'écrevisse, la déclinaison septentrionale du soleil est de 21° 36′ 58″, qu'il faut ajouter à la hauteur de l'équateur (que nous supposons de 41 degrés), ce sera 62° 36′ 58″ pour la hauteur méridienne du soleil : mais si la déclinaison du soleil est méridionale, la hauteur méridienne sera égale à l'excès ou à la différence entre la hauteur de l'équateur et la déclinaison. Par exemple au 20 octobre, à 26° 29′ de la balance, la déclinaison méridionale du soleil est de 10° 13′

---

(1) On la trouve, pour tous les jours de l'année, dans la Connaissance des Temps, ou l'Annuaire du bureau des longitudes, etc.



46″, qui, étant soustraits de 41 degrés, que nous avons supposés pour la hauteur de l'équateur, restera 30° 46′ 14″ pour la hauteur méridienne du soleil par 6ˢ 26° 29 de longitude.

Ces élémens étant bien entendus, on fera l'analogie suivante :

Le rayon : la cotang. de la haut. méridienne du soleil : : la haut. du style : la dist. du pied du style jusqu'au point du degré du signe sur la méridienne.

Lorsque tous les degrés, de cinq en cinq, seront marqués sur la ligne méridienne, on tirera, par chacun de ces points, des perpendiculaires qui se terminent, de chaque côté, aux deux lignes horaires de 11 h. 45′ et 12 h. 15′.

Chaque perpendiculaire, entre midi 15′ et entre midi et 11 heures 45′, sera divisée en 900 parties égales pour les 900 secondes qu'il y a dans un quart d'heure; et l'on prendra sur chacune de ces perpendiculaires autant de parties, soit avant midi, soit après midi, qu'il y a de secondes dans l'équation convenable à l'arc de signe qu'elle représente, selon qu'elle doit être en avance ou en retard; cela est facile à faire avec la ligne des parties égales d'un compas de proportion, dont l'usage est bien connu.

La ligne des parties égales du compas de proportion, ne contenant pas 900 parties, mais seulement 200, on choisira la plus grande partie aliquote de 900, qui soit contenue dans 200: par exemple 180, qui est le cinquième de 900. On prendra avec un compas ordinaire, un côté de la longueur entière d'une perpendiculaire, c'est-à-dire depuis l'une des deux lignes horaires jusqu'à la méridienne, là où l'on voudra marquer l'équation; on portera cette distance sur le compas de proportion aux points

180 et 180, l'ouvrant pour cet effet autant qu'il le faudra. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, on prendra le cinquième du nombre de secondes qui convient, qui doit être marqué sur le degré du signe auquel répond la perpendiculaire que l'on a mesurée. Supposons qu'il faille marquer le point d'équation au 25$^e$ degré du Sagittaire (17 décembre), l'on verra que l'équation de ce jour est de 225 secondes *soustractives* : le cinquième sera 45 : on prendra avec un compas ordinaire la longueur entière du côté oriental de la perpendiculaire tirée sur le 25$^e$ degré du Sagittaire, en posant une pointe sur la méridienne, et l'autre sur la ligne horaire de midi un quart ; on portera cette distance sur le compas de proportion aux points 180 et 180, l'ouvrant pour cet effet autant qu'il le faudra. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, comme nous venons de le dire, on prendra avec le compas ordinaire la distance des points 45 et 45, que l'on portera sur la perpendiculaire du 25$^e$ degré du Sagittaire, en posant une pointe sur l'intersection de la méridienne, et l'autre pointe sur la même perpendiculaire, en tirant vers la ligne horaire. L'on fera de même sur toutes les perpendiculaires. Ayant ainsi marqué deux points sur chaque arc de signe, l'un avant et l'autre après midi, chacun selon l'équation correspondante, l'on fera passer, par tous ces points, une courbe qui sera la méridienne du temps moyen, autour de laquelle on marquera les mois de l'année, ainsi qu'il suit :

On écrira le mot de *Mars*, de façon que sa première lettre soit entre le 9$^e$ et 12$^e$ degré des Poissons, du côté occidental de la méridienne, et en montant : le mot *Avril*, du même côté, et en montant,

en sorte que la première lettre soit entre le 9ᵉ et le 12ᵉ degré du Bélier. Le mot *Mai*, du côté oriental, et sa première lettre entre le 9ᵉ et le 12ᵉ degré du Taureau, toujours en montant. La première lettre du mot *Juin*, aussi du côté oriental, en montant, entre le 9ᵉ et le 12ᵉ degré des Gémeaux. Le mot *Juillet*, du côté occidental et en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré de l'Écrevisse. Le mot *Août*, du côté occidental, en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré du Lion. Le mot *Septembre*, du côté oriental, en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré de la Vierge. Le mot *Octobre*, du côté oriental, en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré de la Balance. Le mot *Novembre*, du côté oriental, en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré du Scorpion. Le mot *Décembre*, du coté oriental, en descendant, en sorte que sa première lettre soit au 9ᵉ degré du Sagittaire. Le mot *Janvier*, du côté occidental, en montant, en sorte que sa première lettre soit entre le 9ᵉ et le 12ᵉ degré du Capricorne. Le mot *Février*, du coté occidental, en montant, en sorte que sa première lettre soit entre le 9ᵉ et le 12ᵉ degré du Verseau.

Si la méridienne n'a pas une certaine étendue, le nom entier de chaque mois ne pourra se placer en plusieurs endroits, faute d'espace ; alors on le mettra en abrégé, mais il convient toujours que la première lettre soit posée aux degrés que nous venons d'indiquer.

La méridienne étant finie, les perpendiculaires ponctuées, les chiffres qui désignent le nombre des secondes, etc., doivent être effacés pour ne laisser subsister que les lignes horaires des quarts, la mé-

ridienne du temps moyen et celle du temps vrai, avec les noms des mois.

## ARTICLE III.

### *Régler une Pendule par les étoiles fixes.*

La révolution diurne des étoiles fixes est une mesure du temps plus parfaite que celle du soleil.

C'est le retour de l'étoile au méridien qui nous indique le mouvement entier de la sphère et la révolution complète de la terre sur son axe; aussi la plupart des astronomes règlent leurs horloges sur les étoiles, en accourcissant le pendule de sorte qu'elles avancent de 3 min. 56″ tous les jours sur le soleil. Quand il s'est écoulé une heure sur cette horloge, on est sûr qu'il a passé par le méridien 15° de la sphère étoilée, et l'on a ainsi les différences d'ascension droite entre les astres qu'on observe, en convertissant, à raison de 15° par heure, les temps qu'on a observés entre leurs passages; c'est ce que les astronomes appellent *le temps du premier mobile*, dont une heure fait toujours 15° du ciel par le mouvement diurne.

L'accélération diurne des étoiles fixes est la quantité dont une étoile précède chaque jour le soleil, comptée en temps solaire moyen, à l'instant où l'étoile passe au méridien; c'est la quantité dont il s'en faut alors que le soleil ne soit arrivé au méridien, ou le temps qu'il lui faut pour parcourir encore les 59′ 8″ dont il avance vers l'orient, par rapport à l'étoile, en 24 heures solaires moyennes. Cette accélération se trouve en faisant cette proportion : 360° 59′ 8″,2041 sont à 24 heures, comme

360° 0′ 0″ sont à 23 heures 56′ 4″,098, temps que l'étoile emploie à décrire les 260° ou à revenir au méridien; pour aller à 24 heures, il reste 3′ 55″,902; c'est l'accélération diurne des étoiles

Une manière très-simple de régler une pendule par cette révolution sur le moyen mouvement du soleil, est d'élever deux fils à plomb, éloignés l'un de l'autre, à peu près dans la direction du méridien, à cause des réfractions. Lorsqu'on veut observer, après avoir marqué l'heure, la minute et la seconde qu'il est à la pendule, on continue de compter les secondes jusqu'à ce que le rayon visuel, passant par les deux fils, rencontre l'étoile. On recommence la même observation le jour suivant. Si l'intervalle entre les deux passages est de 23 h. 56′ 4″, 1, durée du jour des étoiles fixes, c'est une preuve que la pendule est réglée sur le moyen mouvement du soleil. S'il est plus petit ou plus grand, il faut baisser ou hausser la lentille du pendule. La même opération peut se faire plus commodément avec une lunette fixe, en observant le moment où l'étoile entre dans cette lunette ou en sort, etc.

Il faut avoir soin de ne point prendre une des planètes pour une étoile fixe, parce qu'elles ont un mouvement propre qui causerait de l'erreur : mais il est aisé de ne s'y pas tromper, car les planètes paraissent beaucoup plus grandes avec la lunette, au lieu que les étoiles fixes ne sont pas sensiblement augmentées, à cause de leur prodigieux éloignement; d'ailleurs elles ne scintillent point, et sont beaucoup moins brillantes.

ACCÉLÉRATION DES ÉTOILES
pour 32 jours.

| Jours. | H. | M. | S. | Jours. | H. | M. | S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 3 | 55,9 | 17 | 1 | 6 | 50,3 |
| 2 | 0 | 7 | 51,8 | 18 | 1 | 10 | 46,2 |
| 3 | 0 | 11 | 47,7 | 19 | 1 | 14 | 42,1 |
| 4 | 0 | 15 | 43,6 | 20 | 1 | 18 | 38,0 |
| 5 | 0 | 19 | 39,5 | 21 | 1 | 22 | 33,9 |
| 6 | 0 | 23 | 35,4 | 22 | 1 | 26 | 29,8 |
| 7 | 0 | 27 | 31,3 | 23 | 1 | 30 | 25,7 |
| 8 | 0 | 31 | 27,2 | 24 | 1 | 34 | 21,6 |
| 9 | 0 | 35 | 23,1 | 25 | 1 | 38 | 17,5 |
| 10 | 0 | 39 | 19,0 | 26 | 1 | 42 | 13,5 |
| 11 | 0 | 43 | 14,9 | 27 | 1 | 46 | 9,4 |
| 12 | 0 | 47 | 10,8 | 28 | 1 | 50 | 5,3 |
| 13 | 0 | 51 | 6,7 | 29 | 1 | 54 | 1,2 |
| 14 | 0 | 55 | 2,6 | 30 | 1 | 57 | 57,1 |
| 15 | 0 | 58 | 58,5 | 31 | 2 | 1 | 53,0 |
| 16 | 1 | 2 | 54,4 | 32 | 2 | 5 | 48,9 |

## ARTICLE IV.

*Variations du Pendule par les diverses latitudes.*

Le pendule simple dont il s'agit ici est celui dont on suppose toute la pesanteur réunie en un seul point, qu'on appelle le centre d'oscillation : on le calcule par le moyen des pendules composés dont on est obligé de se servir pour les expériences.

Les pays situés plus près du pôle sont moins éloignés du centre de la terre, à cause de son aplatissement ; ainsi la pesanteur y est plus grande. De plus, la force centrifuge y est moindre, ce qui

augmente encore la pesanteur; donc le pendule, animé par la pesanteur, doit y descendre plus vîte et faire des oscillations plus promptes; et s'il était réglé sous l'équateur de manière à battre les secondes, il avancera quand on ira vers les pôles, et il faudra l'allonger pour le régler.

L'observation a constaté cette vérité depuis le voyage fait à Cayenne en 1672; et l'on a trouvé une différence de $2^{lig.}1/2$ dans la longueur du pendule depuis l'équateur jusqu'en Laponie. Il y a de l'équateur jusqu'à Paris une différence de $1^{lig.},46$, dont $0^{lig.},86$ pour l'effet de la force centrifuge et $0^{lig.},6$ pour celui de l'aplatissement. Sous l'équateur le pendule aurait $1^{lig.},53$ de plus si la terre était immobile (1).

En partant de l'équateur pour aller vers les pôles, l'augmentation de pesanteur est comme le carré du sinus de latitude (Newton, *tom.* III, *pag.* 126). Il en est de même de l'allongement du pendule, quoiqu'il dépende de deux causes, et cela est vrai, même dans un sphéroïde, dont les couches augmentent de densité (Clairaut, *pag.* 247). En partant du pôle, la diminution de pesanteur en un lieu donné, est comme le carré du cosinus de la latitude; c'est d'après cette règle que la table suivante est calculée.

---

(1) La longueur du pendule, observée sous l'équateur et au Spitzberg, nous fait connaître que l'espace parcouru en une seconde est 15,0515 sous l'équateur, et 15,1265 à 79° 50, de latitude: ces espaces diffèrent de $\frac{1}{189}$: on en conclut que la pesanteur est plus grande au Spitzberg que sous l'équateur dans le même rapport.

Table *des longueurs du Pendule, assujettie aux observations faites au Pérou, à Paris et au Spitzberg.*

| Latit. | Longueur du Pendule. | Latit. | Longueur du Pendule. | Latit. | Longueur du Pendule. |
|---|---|---|---|---|---|
| degrés. | lig. cent. | degrés. | lig. cent. | degrés. | lig. cent. |
| 0 | 439,07 | 30 | 439,72 | 60 | 440,92 |
| 1 | 439,07 | 31 | 439,76 | 61 | 440,95 |
| 2 | 439,08 | 32 | 439,80 | 62 | 440,97 |
| 3 | 439,08 | 33 | 439,84 | 63 | 441,01 |
| 4 | 439,09 | 34 | 439,87 | 64 | 441,04 |
| 5 | 439,09 | 35 | 439,91 | 65 | 441,07 |
| 6 | 439,11 | 36 | 439,95 | 66 | 441,09 |
| 7 | 439,12 | 37 | 440,00 | 67 | 441,12 |
| 8 | 439,13 | 38 | 440,04 | 68 | 441,15 |
| 9 | 439,14 | 39 | 440,08 | 69 | 441,18 |
| 10 | 439,15 | 40 | 440,13 | 70 | 441,20 |
| 11 | 439,16 | 41 | 440,17 | 71 | 441,22 |
| 12 | 439,18 | 42 | 440,22 | 72 | 441,24 |
| 13 | 439,20 | 43 | 440,27 | 73 | 441,26 |
| 14 | 439,22 | 44 | 440,31 | 74 | 441,29 |
| 15 | 439,24 | 45 | 440,35 | 75 | 441,31 |
| 16 | 439,27 | 46 | 440,40 | 76 | 441,33 |
| 17 | 439,30 | 47 | 440,45 | 77 | 441,35 |
| 18 | 439,32 | 48 | 440,49 | 78 | 441,36 |
| 19 | 439,35 | 49 | 440,54 | 79 | 441,37 |
| 20 | 439,38 | 50 | 440,58 | 80 | 441,38 |
| 21 | 439,41 | 51 | 440,62 | 81 | 441,39 |
| 22 | 439,44 | 52 | 440,65 | 82 | 441,40 |
| 23 | 439,47 | 53 | 440,68 | 83 | 441,41 |
| 24 | 439,50 | 54 | 440,71 | 84 | 441,42 |
| 25 | 439,53 | 55 | 440,75 | 85 | 441,43 |
| 26 | 439,56 | 56 | 440,79 | 86 | 441,43 |
| 27 | 439,59 | 57 | 440,82 | 87 | 441,44 |
| 28 | 439,63 | 58 | 440,85 | 88 | 441,44 |
| 29 | 439,67 | 59 | 440,88 | 89 | 441,44 |
| 30 | 439,72 | 60 | 440,92 | 90 | 441,45 |

Suivant cette Table, l'allongement total du pendule, depuis l'équateur jusqu'au pôle, est de $2^{lig.},38$; c'est ce que l'on trouve par les observations du capitaine Phips, faites à 79° 10′ de latitude, et par conséquent le plus près du pôle où l'on ait observé. Le premier nombre de cette table est $439^{lig.},07$; c'est ce que donnait l'expérience immédiate suivant Bouguer, pag. 338 : mais en y faisant la correction, qui dépend du poids de l'air, Bouguer trouvait $439^{lig.},21$. On trouve des tables de la longueur du pendule dans Newton, Maupertuis (*fig. de la terre*), Bradley (*Phil. Trans.*, 1734), dans le 3e volume des Tables de Berlin, dans l'Encyclopédie. Une diminution de $2^{lig.}\frac{31}{100}$ sur la longueur du pendule à secondes, le fait avancer de 3′ 56″ pour suivre le mouvement sidéral.

La force centrifuge diminue celle de la pesanteur qui aurait lieu si la terre était immobile, et par conséquent rend la longueur du pendule à secondes plus petite qu'elle ne serait par l'attraction naturelle de la Terre; nous avons vu qu'il faut ajouter une ligne et $\frac{53}{100}$ à la longueur du pendule à secondes observée sous l'équateur, pour avoir celle qui s'observerait si la Terre était immobile. Sous une latitude de 60°, où le parallèle n'est que la moitié de l'équateur, la quantité qu'il faut ajouter au pendule observé n'est que le quart de $1^{lig.}.53$, ou $0^{lig.}.38$; en général, on multiplie $1^{lig.}.53$ par le carré du cosinus de la latitude; on a la correction pour toute autre latitude. (Bouguer, *Fig. de la Terre.*)

# NEUVIÈME PARTIE.

*Progrès de l'Horlogerie dans le cours du dix-huitième siècle.*

## ARTICLE PREMIER.

*Influence de Julien le Roy, au commencement de ce siècle.*

L'HORLOGERIE avait été florissante en France vers le quinzième siècle. Plusieurs montres de ce temps-là font encore l'admiration des amateurs. Cependant on ne sait par quelle fatalité (1), vers le commencement du 18^e^ siècle, elle était parmi nous dans un état de médiocrité qu'on a peine à se figurer, aujourd'hui qu'elle forme une branche considérable de commerce.

Les Anglais, au contraire, enrichis de nos dépouilles, avaient acquis, par de nombreuses découvertes, une telle réputation dans ce genre d'ouvrages, qu'ils portaient leurs montres dans toutes les parties du monde connu, et que nous étions nous-mêmes forcés d'en aller chercher en Angleterre.

(1) Celle de la révocation de l'Édit de Nantes.

Pour affranchir l'état de cette espèce de tribut, et pour rendre aux horlogers français la prééminence qu'ils avaient laissé perdre, en vain le duc d'Orléans, régent, fit venir à grands frais des ouvriers de Londres, pour en former une manufacture à Versailles : en vain le maréchal de Noailles en établit une seconde à Saint-Germain : tant de dépenses et de soins ne servirent qu'à montrer combien il est difficile d'établir les arts dans un pays, ou de les y rappeler quand ils l'ont une fois abandonné.

Les manufactures de Versailles et de St.-Germain n'existèrent qu'environ trois années. Cependant l'une et l'autre, dans ce court intervalle, produisirent une émulation tendante au perfectionnement de l'art.

Gaudron surtout réunissait tous ses efforts pour faire pencher la balance du côté de l'horlogerie de Paris.

Julien le Roy ne tarda pas à se distinguer par des inventions précieuses. Il imagina d'abord une pendule à équation, que l'Académie honora de ses suffrages.

En lisant dans l'Optique de Newton les expériences qu'il rapporte, pour montrer les lois suivant lesquelles agit l'attraction de cohésion, l'idée lui vint de faire servir cette propriété des fluides à fixer l'huile aux pivots des roues et du balancier des montres, et par là, de diminuer considérablement l'usure et le frottement de ces parties. Pour cet effet, il imagina différentes pièces qui ont été généralement adoptées. Telles sont les potences, qui ont retenu son nom, au moyen desquelles on peut rendre l'échappement aussi parfait qu'il puisse être, etc.

Les montres anglaises à répétition ont en quelque

sorte quatre boîtes, savoir : la calotte, le timbre, la boîte vidée et celle qui enveloppe le tout. Il arrive de là que, malgré leur grosseur, le mouvement est si petit et le moteur si faible, que les moindres variations dans la ténacité de l'huile y produisent des erreurs considérables.

Au moyen des répétitions sans timbre, il a supprimé toutes ces boîtes et n'a conservé que la première; en sorte que le mouvement d'une répétition de Julien le Roy est à celui d'une répétition anglaise, dans le rapport de soixante-quatre à vingt-sept. Il vit de même qu'en augmentant la place de la cadrature, on en rendrait toutes les pièces plus grandes, d'une exécution plus facile et d'un effet beaucoup plus sûr; c'est à quoi il est parvenu par la construction dont on fait actuellement usage, appelée *Répétition à bâte levée*.

Il a fait un changement presque total dans la forme, la disposition et l'effet des parties de la cadrature. Il est assez commun de voir des répétitions qui, après avoir marché un certain temps, ou par un grand froid, sonnent fort lentement, quelquefois même ne sonnent pas du tout. L'huile du rouage de sonnerie étant alors congelée, le ressort n'est plus assez fort pour faire tourner les roues et lever le marteau. Cet inconvénient est prévenu dans les répétitions de Julien le Roy par un petit échappement substitué aux dernières roues, construction avantageuse qui rend cette partie plus simple, et qui en assure les fonctions.

Non content de travailler à la perfection de ses ouvrages, Julien le Roy était attentif à ce qui pouvait paraître d'utile ou de curieux en ce genre chez les étrangers. Ayant ouï parler des montres du

célèbre Graham, il fit venir, en 1728, la première montre à cylindre qu'on ait vue à Paris, et qu'il céda à M. de Maupertuis, après l'avoir éprouvée.

Graham, de son côté, ne dissimulait pas tout le cas qu'il faisait de son émule : un jour que mylord Hamilton lui montrait une de ses montres à répétition, à grand mouvement, devant plusieurs personnes : *Je souhaiterais*, dit-il, après l'avoir examinée, *être moins âgé*, *afin de pouvoir en faire sur ce modèle.*

C'est ainsi que les hommes vraiment supérieurs en agissent entre eux : *semblables à ces sapins dont la tête s'élève au dessus des autres arbres*, *ils laissent de vils serpents s'entre-déchirer à leurs pieds et les couvrir de leur venin* (1).

Cette justice que rendait à Julien le Roy le plus célèbre horloger d'Angleterre, presque tous ceux de l'Europe la lui ont rendue. De là cet empressement à se saisir de ses inventions; son nom gravé sur la plupart des montres de Genève, au lieu de ceux des Tompion et des Graham, dont elles étaient auparavant décorées; cet abandon absolu des montres d'Angleterre.

Une partie des perfections que je viens d'exposer passa bientôt dans les pendules : il serait inutile de les rappeler en détail. Je dirai seulement au sujet des *tirages* ou pendules à répétition, que, pour rendre les pièces de leur cadrature plus grandes et plus solides, il les transporta de dessous le cadran sur la platine du nom, où l'on n'est point gêné par les roues de cadrature, les faux piliers, l'arbre de remontoir et son rochet, etc., (*règle artif.*, pag. 370)

(1) Le pin qui touche aux cieux a-t-il peur des reptiles ?

A l'égard de ses pendules à secondes, voici le témoignage que M. de Maupertuis a rendu de celle qui fut exécutée pour la mesure des degrés du méridien terrestre vers le cercle polaire : « Nous avions une pendule de M. Julien le Roy, dont l'exactitude nous a paru merveilleuse dans toutes les observations que nous avons faites avec. » (*Maup.* Fig. *de la Terre*).

Quant aux pendules à équation de toute espèce, on peut voir ce qu'elles lui doivent, dans les Mémoires de l'Académie, année 1725. On voit aussi (*Mem. Acad.*, 1741), que l'horlogerie lui doit la compensation des effets de la chaleur et du froid sur le pendule, au moyen de l'alongement inégal de divers métaux.

Julien le Roy s'est encore distingué par la construction de ses montres et pendules à trois parties, des divers échappements qu'il a inventés ou perfectionnés, des réveils dont il a donné la description dans la règle artificielle du temps, de ses répétitions sans rouages, etc.

Enfin, ses lumières et ses vues se sont portées jusque sur les horloges publiques. Il est l'inventeur de celles qu'on nomme *Horloges horizontales,* qui ont fait abandonner les autres. De onze pièces, dont la cage de ces machines était composée, il n'a retenu que le rectangle inférieur; par ce moyen, l'horloge beaucoup plus facile à faire et moins coûteuse, est encore infiniment plus parfaite.

A tant d'heureuses inventions on pourrait joindre celles dont leur auteur a enrichi la gnomonique, telles que son cadran universel à boussole et à pinnules, son cadran horizontal universel, propre à tracer des méridiennes, au moyen de son axe percé de plu-

sieurs trous et d'échelles des hauteurs correspondantes gravées sur son plan, etc. On peut sur ces articles, consulter ses Mémoires à la suite de la Règle artificielle du temps.

Ces nombreuses découvertes lui méritèrent la haute réputation dont il a joui, son logement aux galeries du Louvre, et le brevet d'horloger du Roi; mais elles firent aussi la première réputation de l'horlogerie française.

Si le rare génie de Julien le Roy a donné une aussi forte impulsion à son art, ses procédés généreux envers ceux qui le cultivaient, n'ont pas moins contribué à sa perfection. Loin d'être de ces hommes mercenaires, dont le but unique est de s'approprier le fruit des talens et des travaux des autres, et de s'engraisser, pour ainsi dire, de leur substance, cet artiste célèbre était le premier à augmenter le prix de leurs ouvrages, lorsqu'ils avaient réussi, et très souvent il portait ce prix fort au-delà de leur attente.

Après une telle conduite, s'étonnera-t-on de ce concours d'ouvriers en pleurs qui suivait sa pompe funèbre! Sera-t-on surpris de leur avoir entendu proférer en soupirant, qu'ils avaient perdu leur soutien, leur appui, leur père....

Ce jour de deuil arriva le 20 septembre 1759 (1).

## ARTICLE II.

### *De la Dilatation et de la Condensation des métaux par le chaud et le froid.*

*Correction de ces effets dans le Pendule, etc.*

C'est une vérité reconnue et prouvée par l'expé-

---

(1) Personne ne respecte plus que moi les ouvrages et la

rience, que la chaleur dilate tous les corps, et que le froid les condense; et que, par conséquent, les corps sont plus grands en été qu'en hiver, et le jour que la nuit.

On sait aussi qu'un pendule qui est plus long fait des vibrations plus lentes; et que s'il est plus court, ses vibrations sont plus promptes. Or, la chaleur dilatant la verge du pendule en été, on voit que l'horloge doit retarder, et qu'en hiver elle doit avancer par l'effet contraire. Il est donc essentiel, pour la perfection des machines qui mesurent le temps, de connaître les quantités de la dilatation et de la condensation des différens métaux par le chaud et par le froid, et de trouver les moyens de corriger ces effets.

Par des expériences exactes, faites sur des verges de différens métaux, de 461 lignes de longueur, passant du froid de la glace au $27^{e}$ degré du thermomètre de Réaumur, F. Berthoud a trouvé les rapports suivans :

Acier recuit, 69; fer recuit, 75; acier trempé, 77; fer battu, 78; or recuit, 82; or tiré à la filière, 94; cuivre rouge, 107; argent, 119; cuivre jaune, 121; étain, 160; plomb, 193; le verre, 62; le platine à-peu-près comme le verre.

Les quantités ci-dessus expriment des trois-cent-soixantièmes de ligne; ainsi l'acier recuit donne pour la quantité absolue de son allongement, sur 461'

---

mémoire de Julien Le Roy. Cet artiste, justement célèbre, est mort depuis plus de 60 ans; mais pour ceux qui aiment les chefs-d'œuvre de tous les temps, il n'est pas inutile, dans celui-ci, de bien répéter au public que J. Le Roy n'a plus d'héritier de son nom, exerçant l'art de l'horlogerie.

lignes, soixante-neuf trois-cent-soixantièmes de ligne, en passant du terme de la glace à vingt-sept degrés de la chaleur donnée par le thermomètre de Réaumur (1).

C'est vers le commencement du dix-huitième siècle, après l'invention d'un échappement qui décrivait de petits arcs et permettait l'emploi d'une lentille pesante, que le pendule est devenu un régulateur assez parfait pour faire connaître qu'en passant de l'été à l'hiver, l'horloge éprouvait des variations, et pour en indiquer les véritables causes; car on savait dès-lors que les métaux éprouvaient de l'extension par la chaleur, et de la contraction par le froid. Ce changement avait été aperçu par Wendelin, dans le siècle précédent.

La théorie du pendule, si bien établie par Galilée et Huyghens, prouvait que par le changement de

---

(1) Le garde-fou du Pont des Arts a 516 pieds de long = 74304 lignes. Une barre de fer battu s'allongeant de $\frac{78}{360}$ de ligne sur 461 lignes de long, il doit y avoir une différence de 34 lignes $\frac{92}{100}$ sur 74304 lignes en passant du terme de la glace à la chaleur de 27 degrés, et l'on éprouve bien d'autres extrêmes en plein air. Soit inattention, soit ignorance de la part des entrepreneurs, on avait scellé le garde-fou dans la maçonnerie, qui fut déplacée de 18 lignes de chaque côté au bout de six mois; il fallut donc reconstruire les pilastres en pierre qui avaient été repoussés, et laisser la liberté au fer. On a pratiqué à chaque extrémité une division qui indique les changemens de longueur par les diverses températures. Cet instrument très-simple peut fournir d'utiles observations aux architectes, et leur faire sentir le danger des armatures en fer, employées dans la plupart des constructions modernes. Il serait difficile d'imaginer un moyen de dégradation plus constamment actif.

sa longueur, les oscillations ne conservaient plus la même durée; car, suivant cette théorie, *les durées des vibrations dans les pendules, sont entre elles comme les racines carrées des longueurs de ces pendules* (1); et le calcul apprend que si, dans le pendule qui bat les secondes, ou qui a trois pieds huit lignes et demie, la longueur change de la centième partie d'une ligne, l'horloge variera d'une seconde en 24 heures; et si le pendule bat les demi-secondes, la centième partie d'une ligne fera varier l'horloge de 4 secondes dans le même temps.

Après avoir reconnu les variations de l'horloge et les causes qui les produisaient, les artistes se sont occupés des moyens de correction; et il les ont trouvés dans la cause même. Pour cet effet, ils ont employé la dilatation du métal à ramener continuellement la lentille du pendule à la même distance du point de suspension : cette première idée a produit ce qu'on appelle une *contre-verge*, ou verge de fer semblable à celle du pendule et de même longueur. Cette verge étant fixée par le bout inférieur au mur solide auquel est attachée l'horloge, le bout supérieur qui est coudé, soutient le ressort qui suspend le pendule; en sorte qu'à mesure que la dilatation allonge la verge du pendule, la même dilatation allonge la contre-verge et remonte le ressort de suspension; ce ressort, pincé par le coq ou pont qui fixe le point de suspension, devient nécessairement plus court et ramène le pendule à la même longueur. Tel est le principe de ce premier moyen de compensation qui agit hors du pendule.

---

(1) Cinquième partie, art. VII, pag. 121.

Un autre moyen très-ingénieux, c'est celui qui est fondé sur les dilatations différentes qu'éprouvent deux métaux exposés à la même chaleur; celui-ci s'adapte au pendule même, dont la verge devient composée de plusieurs barres de deux métaux. On fait servir l'excès de la dilatation du métal le plus extensible, à remonter la lentille, afin qu'elle conserve toujours la même distance au point de suspension. Tel est le principe de compensation pour le succès duquel il faut que les longueurs des verges soient en raison inverse de leurs dilatation : en sorte que si l'artiste emploie, dans la composition d'un pendule, des verges d'acier recuit et de cuivre jaune, il faudra pour obtenir une compensation complète, que le produit des longueurs des barres d'acier par 121, soit le même que celui des longueurs du cuivre par 69.

Le principe d'excès de dilatation de deux métaux est également applicable au compensateur placé hors du pendule. Après ce court exposé du principe de compensation dans le pendule des horloges, nous allons en établir l'origine, et indiquer les auteurs à qui ces inventions appartiennent ou qui les ont perfectionnées.

Georges Graham fut le premier qui s'en occupa. Il employa d'abord le mercure, qui, placé dans un tube attaché au bas du pendule, en se dilatant, remonte le centre d'oscillation de la même quantité que la dilatation de la verge l'avait fait descendre. Ce fut en 1715 que Graham fit cette découverte; il exposa sa recherche, dans un mémoire qui fut imprimé en 1726 (1).

---

(1) *Trans. Philos.*, année 1726, art. IV, pag. 40, n° 392.

L'auteur propose aussi, dans ce mémoire, d'employer deux métaux dont les dilatations diffèrent le plus entre elles, comme l'acier et le cuivre.

Le moyen indiqué par Graham, conçu et développé par Jean Harrison, produisit le pendule composé de neuf tringles, porté à sa perfection dès l'année 1726, et même dans la suite Graham employa, dans ses horloges astronomiques, le pendule de Harrison, qu'on nomme en Angleterre *le pendule à gril*: et qui est généralement employé de nos jours.

Cette recherche de l'artiste anglais a été le fondement de tout ce qui s'est fait depuis sur cette matière, l'une des plus importantes de la mesure du temps; car, sans la compensation des effets de la température dans les horloges à pendule, ces machines feraient des écarts de 20 secondes par jour (1) de l'été à l'hiver, lorsque l'horloge passerait de la glace à la température de 27 degrés du thermomètre de Réaumur.

Regnauld, horloger à Châlons, s'était occupé,

---

(1) Une verge de fer battu s'allongeant de $\frac{78}{360}$ de ligne sur 461 lignes de longueur, ne s'allongera que de $\frac{73}{360}$ sur 440 lignes, longueur du pendule à secondes; ce qui produirait 20" $\frac{1}{15}$ de retard en 24 heures, c'est-à-dire 86400" divisées par $\sqrt{1,00047}$. Suivant cet énoncé, la dilatation du cuivre jaune pour 27 degrés $= \frac{1}{1371} =$ 0,00072909...6.862781.
Celle du fer *idem* $= \frac{1}{2128} =$ 0,00046999...6.672091.

Divisant ces nombres par 27 degrés, on a les logarithmes constans pour un degré de chaleur.

Pour le cuivre jaune........ 5.431417.
Pour le fer battu........... 5.240727.

dès 1733, de la correction des effets de la température sur le pendule. (*Traité d'Horl.* de Thiout, *tom.* II, *pag.* 267).

En 1739, J. Le Roy soumit au jugement de l'Académie des sciences une horloge astronomique avec un très-bon mécanisme de compensation hors du pendule. (Thiout, *tom.* II, *pag.* 272).

Deparcieux, à qui l'on doit l'estimable projet d'amener à Paris les eaux de l'Yvette (1), proposa, en 1739, plusieurs constructions de pendules composés. (*Mém. Acad.*, 1741).

Cassini, à peu près vers le même temps, remit à l'Académie des sciences un mémoire dans lequel il proposait plusieurs moyens de correction des effets du chaud et du froid sur le pendule. (*Hist. Acad.*, 1741).

De Rivaz, en 1749, composa un pendule avec un métal (2) dont la dilatation était double de celle du fer : ce métal était renfermé dans un canon de

---

(1) M. Perronet n'opposait à ce projet que la faible objection de l'habitude des monumens fastueux, maladie nationale qui tue tant d'utiles établissemens retardés, négligés, oubliés, parce qu'on leur veut de superbes enveloppes.

(2) 100 grammes de ce métal, soumis à l'analyse par M. Cadet de Gassicourt, ont fourni :

1° 34 grammes d'oxide blanc jaunâtre insoluble dans l'acide nitrique, soluble dans l'acide muriatique et précipitable par l'eau de cette dissolution. Ces caractères le font connaître pour de l'antimoine.

2° 90 grammes de sulfate de plomb produits par l'addition de l'acide sulfurique dans la dissolution nitrique de l'alliage.

Comme les expériences de Docimasie ont démontré que

fusil qui formait la verge du pendule, d'où est venue vraisemblablement la dénomination de *pendule à canon de Rivaz*.

Passemant, vers la même époque, employa un pendule formé par deux verges, l'une de cuivre, l'autre d'acier; et ce qui manquait à la correction s'opérait par des leviers renfermés dans la lentille.

Ellicot, horloger à Londres, publia, en 1753, un ouvrage ayant pour titre: *Description de deux méthodes par le moyen desquelles les irrégularités du mouvement des horloges, dépendantes de l'influence du chaud et du froid sur la verge du pendule, peuvent être corrigées*. Ce mémoire avait été lu à la Société royale, le 4 juin 1752.

La première de ces méthodes consiste dans le pendule lui-même. L'horloge, faite exprès et avec son pendule, fut exécutée au commencement de 1738 (*Hist. de la Mes. du temps*, tom. 11, pag. 77).

La seconde méthode proposée par Ellicot se rapporte aux contre-verges employées en France par Deparcieux, etc.

Lepaute, dans le traité d'horlogerie qu'il fit avec Lalande en 1755, donne la construction d'un pendule pour la compensation des effets de la chaleur et du froid. (*Trait. d'Horl.*, pag. 21).

Enfin au commencement de 1763, un génie supérieur, espèce de phénomène dont l'Helvétie offrit

142 parties de sulfate de plomb contiennent 100 parties de plomb métallique, il en résulte que 90 en contiennent 66.

L'on peut conclure de ces faits que l'alliage du métal employé par Rivaz, est formé de deux parties de plomb et d'une partie d'antimoine.

diverses apparitions dans ce siècle (1), publia sous le titre modeste d'*Essai*, le premier ouvrage où l'on trouve les principes de l'art de mesurer le temps; principes créés par l'auteur, prouvés par des calculs rigoureux, et confirmés par des expériences délicates.

Les chapitres XXI, XXII et XXIII de cet immortel ouvrage, renferment la suite des travaux de F. Berthoud pour arriver à une exacte compensation des effets du chaud et du froid sur le pendule. Le résultat de ces recherches est un pendule à châssis, dont les dimensions et les effets sont absolument les mêmes que dans le pendule de Harrison.

Mais le pendule inventé par Harrison, en 1726, n'a été connu en France que vers le milieu de 1763; et à cette époque les artistes français étaient parvenus à donner à cette partie de l'horloge toute la perfection dont elle est susceptible. Les détails de cette recherche avaient été publiés dans les mémoires de l'Académie des sciences; le traité de Thiout en 1741, le mémoire de Rivaz en 1750, le traité de Lepaute en 1755, et l'essai sur l'horlogerie, de F. Berthoud, au commencement de 1763; tandis que le seul écrit publié en Angleterre, avec les

---

(1) Tels que Jacquet Droz, mécanicien célèbre qui, même après le flûteur de Vaucanson, trouva le secret d'étonner la capitale avec d'autres merveilles de ce genre.

J. J. Rousseau, cet homme de feu, dont la sublime éloquence nous fait quelquefois oublier que ses principes ne sont pas toujours vrais.

Le ministre Necker, qui sut tracer des pages éloquentes sur le sujet aride des finances, plaider en même temps la cause du peuple et faire aimer le roi, révéler des vérités affligeantes, et présenter à côté l'espérance et les consolations, etc., etc.

détails convenables et les figures, est celui de Ellicot, en 1753; d'où l'on voit que les artistes français ont tiré de leur propre fonds et de leur expérience tout ce qui appartient à ce travail.

### ARTICLE III.

### *De l'Influence du chaud et du froid sur la force élastique du Ressort spiral.*

#### *Correction de ces effets dans le Balancier.*

Les horloges dont le régulateur est un balancier à spiral, comme cela se pratique dans les montres, éprouvent des variations considérables par l'action de la chaleur et du froid sur le balancier, et particulièrement sur le spiral : les quantités de ces écarts peuvent s'élever jusqu'à 8 minutes en 24 heures; tandis que dans les horloges à pendule ces différences, par les mêmes degrés de chaud et de froid, ne s'élèvent qu'à 20 secondes dans le même espace de temps. (Art. précédent).

On savait bien que le balancier se dilatait par la chaleur, ainsi que fait le pendule; mais on jugeait, avec raison, ces quantités trop petites pour produire d'aussi grandes erreurs : ce n'a été que vers le milieu du 18e siècle qu'on a découvert la principale cause de ces grandes variations du balancier à spiral, et on l'a trouvée dans le spiral même, dont la force élastique change assez considérablement par les diverses températures, pour produire elle seule la plus grande partie des écarts qui ont été reconnus.

Dans le mémoire de D. Bernoulli, qui remporta le prix de l'Académie en 1747, on voit que ce célèbre géomètre doutait encore du changement de l'élasticité des ressorts par les diverses tempéra-

tures; la physique n'avait en effet aucun moyen de s'en assurer. Cette expérience était trop délicate pour être faite avec des instruments ordinaires.

Il a donc fallu recourir à un instrument plus subtil, une horloge à balancier à spiral. A l'aide d'un pareil instrument, on peut mesurer la plus insensible variation de l'élasticité dans le ressort spiral; parce que cet effet est multiplié et répété autant de fois que le balancier fait de vibrations; s'il en fait cinq par seconde, comme dans les montres de Arnold, Mudge, etc., il y en a dix-huit mille dans une heure, ou quatre cent trente-deux mille en vingt-quatre heures.

Les premiers principes qui ont été publiés sur les effets du chaud et du froid sur les montres, et les détails concernant les moyens de correction de ces effets, se trouvent dans l'*Essai sur l'Horl.* tom. II, chap. XXX et XXXI, n° 1880 et suivans. C'est une théorie curieuse, tout à fait inconnue avant Berthoud.

Cette espèce de compensation par les frottements, quoique suffisante dans les montres ordinaires, ne peut être employée dans celles où l'on exige une justesse constante; car les frottements des pivots venant à varier par les divers états de l'huile, la compensation n'a plus lieu de la même manière.

Pour obvier à ces difficultés, F. Berthoud construisit des montres avec une compensation à peu près semblable à celle des horloges astronomiques. (*Essai*, n° 2121).

Par cette méthode, il faut restituer au ressort spiral la force qu'il perd par l'action de la chaleur, soit par son allongement, soit par la diminution de l'élasticité; il faut de plus corriger le retard causé

par l'augmentation de diamètre dans le balancier : le contraire arrive par le froid.

Pour opérer cette compensation, on fait tourner autour du spiral un bras de levier portant deux chevilles qui pincent la lame du ressort par son tour extérieur et fixent sa longueur. Le mouvement du levier est produit par l'action de la chaleur ou du froid sur un châssis composé de verges d'acier et de cuivre. (*Traité des Horl. marines*, n° 814, 870, pl. XVI, *fig.* 2 ; pl. XIX, *fig.* 2 et 3), ou par une lame composée de ces deux métaux fixés ensemble, etc. ; (*id.*, pl. XXI, *fig.* 1, 2 et 3, n° 1064).

La seconde espèce de compensation est produite par le balancier lui-même, qui porte des parties rendues mobiles par l'action du chaud et du froid ; ces parties mobiles se rapprochent du centre du balancier par la chaleur, et s'en écartent par le froid. Par cette méthode, le balancier produit non-seulement la correction pour le changement arrivé à son diamètre, mais encore pour celui qui dépend de la diminution de l'élasticité du spiral par la chaleur, etc. ( *Traité des Montres à longitudes*, n° 724 et suiv. )

La troisième méthode de compensation est produite en partie par les masses mobiles du balancier, et ce qui manque à la correction est achevé par un mécanisme qui agit uniquement sur le spiral.

F. Berthoud est, je crois, le seul qui ait employé cette espèce de compensation mixte. (Traité des montres à longitudes, pag. 173). Lorsque cet artiste proposa la première construction de balancier composé (*de la Mesure du temps*, pl. XI, fig. 9), il y avait dix ans que l'on faisait en Angleterre d'excellentes montres avec ce compensateur, et que

les horlogers de Londres avaient mis à profit cette importante leçon de l'auteur du traité des Horloges marines : « On pourrait aussi parvenir à la compensation, en plaçant à la circonférence du balancier deux masses diamétralement opposées ; ces masses seraient fixées sur deux lames composées d'acier et de cuivre, rivées l'une sur l'autre; la chaleur agissant sur ces lames obligerait les masses à se rapprocher du centre, etc.; mais il ne m'a pas paru qu'aucun de ces moyens portât avec lui la précision si indispensable pour l'objet en question. » (*Traité des Horl. marines*, première partie, n° 261).

Ainsi F. Berthoud, dans toute la vigueur d'une constitution forte (1), n'a pas même achevé le développement de cette méthode avant que de la rejeter; cependant elle est la seule qui présente l'avantage inestimable de ne pas changer la longueur du spiral, et de conserver son isochronisme. Comment se peut-il que la théorie du spiral (*Traité des Horl. marines*, n° 137 et suiv.) et la condamnation de la méthode conservatrice de l'isochronisme aient existé à la fois dans la même tête?

Quelque tort que l'amour de notre art ait fait à notre fortune, nous nous détacherons difficilement de ce qui peut contribuer à sa gloire, et nous serons toujours péniblement affecté de cette indécision, ou plutôt, osons le dire, de cette contradiction d'un grand maître.

Rien n'est plus contraire aux progrès de l'horlo-

---

(1) Il avait alors 46 ans, étant né le 19 mars 1727, à Plancemont, montagne du Jura, comté de Neufchâtel, mort le 20 juin 1807, en sa maison de Groslay, canton de Montmorenci.

gerie et à l'instruction des citoyens qui s'y dévouent, que cette variété de plans, cette multitude d'idées souvent contraires, qui, à l'époque où nous sommes, ne laissent plus à notre jugement assez de mobilité pour se prêter à l'inconstance d'une imagination aussi active ; et nous sommes forcés de renvoyer à la mesure du temps, au traité des montres à longitudes, à la suite de ce traité, à son supplément, etc.

*Nota.* A l'époque où F. B. écrivait le panégyrique de ses ouvrages, sous le titre d'*Histoire de la mesure du Temps, etc.* Cet artiste célèbre me confia le modèle d'échappement, décrit pag. 108, tom. 2, pl. XVI, *fig.* 8, et je fis les expériences suivantes :

*Marche du modèle d'Échappement.*

Ayant remonté le ressort environ 9 tours et fait marcher

| | | |
|---|---|---|
| à................ | VI h. 45′ 0″ | VII h. 30′. 0″ |
| Le 1 tour de l'aiguille achevé à | 46.37,5 | .....31.37,7 |
| 2.................... | 48.15. = | .....33.15. + |
| 3.................... | 49.53. — | .....34.53. |
| 4.................... | 51.30,5 | .....36.31. |
| 5.................... | 53. 8. | .....38. 8,5 |
| 6.................... | 54.46. | .....39.46,6 |
| 7.................... | 56.23. = | .....41.24,7 |
| 8.................... | 58. 1,4 | .....42. 2,4 |
| 9.................... | 59.39. | .....43.40. — |

Dans la première colonne, la machine marchait telle qu'elle m'avait été livrée.

Dans la deuxième colonne, j'avais retardé le mouvement d'un demi-tour des masses mobiles.

Connaissant $f = 5{,}460$, et le balancier avec les masses mobiles, je calcule ainsi l'effet de la marche de ces masses mobiles pour changer le nombre $n$ des vibrations.

lig. grains

Soit 1° $d = 22$ ; $p = 300$ ; et $p\,d^2 = 145200$

$d' = 23\frac{1}{3}$; $p' = 60$ ; et $p'd'^2 = 33135$

on a $p\,d^2 + p'\,d'^2 = \ldots\ldots$ 178335...5.2512853

Soit 2° $p\,d^2$ *idem*................ 145200

$d' = 23{,}6$ ; $p' = 60$ ; et $p'\,d'^2 = 33417{,}6$

on a $p\,d^2 + p'\,d'^2 = \ldots\ldots$ 178617,6..5.2519243

| 1er CAS. | | 2e CAS. |
|---|---|---|
| $N^2$........ | 0.0000000 | |
| $f$..... ... | 0.7328797 | |
| P.......... | 3.2723058 | 6.3798281 |
| $D^2$........ | 3.4885860 | |
| $\bar{F}$......... | $\bar{8}$.8860566 | |
| $p\,d^2 + p'\,d'^2$ | $\bar{4}$.7487147 ........ | $\bar{4}$.7480757 |
| | 1.1285428 = $n^2$ = .. | 1.1279038 |

donc $n =$ { dans le 1er cas...... 0.5642714 3.666667
dans le 2e cas...... 0.5639519 3.663970

différence des log. — 0.0003195

pour $15' = 900''$...... 2.9542425

899,338.... 2.9539230

retard en 15'... 0'',662

*Nota*. Tout ce calcul peut se faire plus simplement.

$p\,d^2 + p'\,d'^2$... 5.2512853

$p\,d^2 + p'\,d'^2$... 5.2519243

différence des log.... 0.0006390

dont moitié....— 0,0003195

$\times\ 24^{h.} = 86400''$...... 4.9365137

$= 86336{,}4$ ..... 4.9361942

différence 63'',6 en 24 heures pour le retard cherché.

Dans un balancier dont la partie fixe pèse
360 grains × 9² lig. de rayon... = 29160
Et la partie mobile pèse 20 grains
× 12² lig. de rayon............ = 2880 } 32040

S'il fait 3600 vibrations par heure, et que la partie mobile se rapproche d'une ligne,

on aura pour la partie fixe, *idem*... 29160
et pour la partie mobile........... 2420 } 31580

$n^2$ sera à $n'^2$ :: 3158 : 3204

$n$ sera à $n'$ :: $\sqrt{3158}$ : $\sqrt{3204}$ :: 3600'' : 3626''.

Ainsi le nombre des vibrations augmentera de 26'' par heure = 10' 24'' en 24 heures. Berthoud prétend que la chaleur suffisante pour dilater un balancier de manière à retarder d'une seconde, produit par le spiral un retard de onze secondes.

*Propositions sur les balanciers et les ressorts spiraux.*

Soient {
F La force d'un ressort spiral = 13 grains à 5° de la balance élast. de F. B.
D Le diamètre d'un balancier = 55 ½ lig.
M La masse ou poids = 1872 grains.
N Le nombre de ses vibrations = 1 par seconde.

Pour calculer l'effet d'un autre balancier et d'un autre spiral,

on a $f D^2 N^2 M = F d^2 n^2 m$, d'où l'on tire

$$f = F\frac{n^2 m d^2}{N^2 M D^2},\quad d^2 = D^2\frac{f N^2 M}{F n^2 m},\quad n^2 = N^2\frac{f M D^2}{F m d^2},\quad m = M\frac{f D^2 N^2}{F d\ n^2}.$$

*Calcul de la force des grands ressorts.*

( Essai sur l'Horlogerie, tome 2, pag. 201, à la fin, montre B ).

1° Pour connaître la force $f$ du spiral de la montre de Berthoud.

F = 13 grains.......1.113943
$n^2 = 2^2$ vibrations par seconde......0.602060
$P^2 = 26\frac{18}{43}$ grains......1.422151
$d^2 = (10\frac{1}{3})^2$ lignes...2.028480

$N^2 = 1^2$.......... $\bar{0}.000000$
P = 1872......... $\bar{6}.727694$
$D^2 = (55\frac{1}{5})^2$....... $\bar{6}.511414$

force du spiral = $f$ = 8.405742... 0,02545 grains à la balance élastique.

2°. Pour comparer les grands ressorts.

Le spiral dont la force est $f$ fait décrire des arcs de 240° avec un ressort moteur qui tire 414 grains à 4 pouces du centre de la fusée; ainsi il tirerait 1656 grains à un pouce du centre : et comme la fusée fait un tour en 5 heures, c'est 331,2 pour une heure.

$$\frac{331,2}{0,02545} \quad \begin{matrix} 2.520090 \\ \bar{1}.594358 \end{matrix}$$

donnent......... 4.114448.. 13015 = le nombre par lequel il faut multiplier la force $f$ du spiral, pour avoir la force $\varphi$ d'un grand ressort qui fasse

décrire des arcs de 240°, la fusée tournant en une heure, et cette force φ exprimée par le poids qu'elle équilibre à un pouce de distance du centre de la fusée.

## ARTICLE IV.

*Observations sur la sphère de Passemant.*

La sphère que Passemant composa pour Louis XV, et qui fut exécutée par Dauthiau, était remarquable par l'exactitude avec laquelle les roues et les pignons représentaient les révolutions des planètes. Passemant disait avoir employé vingt ans aux calculs de cette machine; s'il eût été dans la bonne route, il aurait pu faire ce travail en deux jours, en supposant même qu'il n'eût pas l'habitude du calcul, ce qui prouve l'utilité des procédés mathématiques dans toutes les choses qui sont de leur ressort. Lalande a publié (*Traité de Lepaute*, pag. 261) une méthode pour faire ces calculs par les fractions continues. Cette méthode, suivie par Huyghens (*Hugenii, opusc. posth.*, pag. 448), a l'avantage de fournir des valeurs approchées, exprimées par les plus petits nombres possibles; mais elle n'est pas à la portée de beaucoup d'artistes.

### *Extrait des registres de l'Académie des sciences,*

**Du samedi 6 septembre 1749.**

« MM. Camus et Deparcieux ont parlé ainsi de la sphère mouvante, suivant le système de Copernic, présentée par M. Passemant. Feu M. Pigeon avait déja fait trois sphères mouvantes semblables à celle

dont nous rendons compte ; mais il n'avait point eu l'attention de faire faire les révolutions des planètes dans des temps aussi précis qu'il était possible. Le P. Alexandre, dans son *Traité général des Horloges*, avait donné le moyen de trouver le nombre des dents des roues et pignons, pour faire faire aux planètes des révolutions dans des temps les plus approchans qu'il est possible, des véritables temps que les planètes emploient à faire le tour du zodiaque ; en sorte qu'en joignant les observations du P. Alexandre à l'arrangement des pièces du sieur Pigeon, l'on pouvait faire une sphère mouvante, dont les révolutions des planètes fussent aussi exactes qu'il était possible. »

« M. Passemant, en donnant à ses roues et à ses pignons des nombres de dents différens de ceux que le P. Alexandre a trouvés, est venu à bout de faire faire aux planètes autour du soleil, à la lune et à ses nœuds autour de la terre, des révolutions assez précises pour qu'il n'y ait point un degré d'erreur en 2000 ans (1). »

Une semblable exactitude a pu me surprendre à l'âge de 20 ans ; mais aujourd'hui ce n'est à mes yeux que le résultat de longs et pénibles tâtonnemens. Le tableau du rouage employé dans cette machine, suffit pour démontrer que l'auteur est resté bien au-dessous du P. Alexandre, et n'est parvenu

(1) Suit la description du mécanisme employé dans cette machine pour produire l'équation du temps, et que l'on trouve dans le Traité d'Horlogerie de Lepaute, pag. 215. Pour les quantièmes du mois, celui de la lune et ses phases, Passemant a suivi la construction d'Enderlin. On peut en voir les détails dans Thiout, tom. II, pag. 252.

à cette approximation qu'en multipliant le nombre des roues sans nécessité.

La première roue de l'horloge qui fait marcher la sphère, tourne avec une vitesse de cinq jours = 120 heures; elle porte la poulie du poids. Cette roue donne le mouvement à la roue primitive du mouvement des planètes, et celle-ci fait une révolution en 48 heures = 172800″. Telle est l'unité de vîtesse d'après laquelle les révolutions des planètes sont établies dans cette machine.

Une suite de cinq roues motrices et de cinq roues menées, produit la révolution périodique de la lune. Ces roues sont :

R. motrices. 72.25.20.41.20.
R. Menées. 73.54.44.31.73.

Et la roue 72 tournant avec une vîtesse de $48^h$., on trouve que la dernière roue menée 73 achève sa révolution en $27^{j.}\ 7^{h.}\ 43'\ 4''\ 58'''$, durée de la révolution périodique de la lune.

La roue 73 porte une roue de 31 qui mène une roue de 101; celle-ci porte une seconde roue 85 qui engrène dans une roue de 84, et lui donne la vitesse de Mercure = $87^{j.}\ 23^{h.}\ 14'\ 15''\ 56'''$, ce qui forme une suite de sept roues motrices et de sept roues menées, pour faire tourner cette planète autour du soleil.

R. Motrices. 72.25.20.41.20. 31.85.
R. Menées. 73.54.44.31.73.101.84.

La roue 84 porte une roue de 35 qui mène une roue de 44 fixée sur un pignon de 8, engrenant

dans une roue de 51, à laquelle est attachée une roue de 83 qui conduit la roue annuelle de 43 dents. De sorte que, pour arriver au mouvement de transposition de la terre autour du soleil, l'on a une suite de dix roues motrices et de dix roues menées (1).

R. Motrices. 72.25.20.41.20. 31.85.35. 8.83.
R. Menées. 73.54.44.31.73.101.84.44.51.43.

qui produisent une révolution de 365j. 5h. 48' 58", ce qui est tellement défectueux en horlogerie, qu'on serait tenté de croire que l'auteur d'une semblable série n'avait aucun principe de cet art, sur-tout si l'on considère que, depuis long-temps, le P. Alexandre avait donné le moyen de représenter une révolution annuelle aussi exacte, par un rouage de la plus grande simplicité. (*Traité général des Horloges*, pag. 181.)

*Rouage du P. Alexandre, motrice de 24 heures.*

| | | |
|---|---|---|
| Pignons. | 7. 8.14. | durée. 365j. 5h. 48' 58". |
| Roues. | 50.69.83. | |

Dans une notice distribuée durant l'exposition des produits de l'industrie française, au Louvre (1801), l'on a donné au public des calculs de

---

(1) Le jeu de dix engrenages, porté sur un rayon aussi court que celui de la dernière roue, produit une erreur de 7 ou 8 degrés; cet écart est bien plus considérable sur les trois planètes supérieures dont les révolutions, ainsi que celle de Vénus, sont produites par une suite de douze roues motrices et de douze roues menées.

rouages qui ne produisent une erreur d'un degré qu'après 40 mille, 208 mille et même 774 mille ans; et le plus compliqué de ces rouages n'a pas au-delà de quatre roues et quatre pignons. Il n'en faut pas même davantage pour représenter la grande période des étoiles en longitude, par la différence des retours au méridien pour une étoile quelconque, et le point de l'équateur avec lequel elle passait la veille.

EXEMPLE.

Équateur. 9494100. = 22.45.70.137.
Étoile ... 9494101. = 23.61.67.101.

Accélération diurne $32^{\text{iv}}\ \frac{6824800}{9494100}$.

Le retard de l'étoile serait de 32'''' environ par jour : elle reviendrait au méridien 9494100 fois seulement, tandis que le point de l'équateur y reviendrait une fois de plus.

## ARTICLE V.

### *Horloge planétaire composée en 1789, par* A. Janvier.

*Jugement de l'Académie des sciences sur cette Machine.*

INSTITUT NATIONAL.

Le secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques, certifie que ce qui suit est extrait des registres de l'Académie des sciences, séance du 14 février 1789.

Nous avons examiné, par ordre de l'Académie, etc.

Cette machine présente quatre faces, qui portent quatre cadrans : le premier indique le temps vrai et le temps moyen, avec un quantième annuel, par cinq aiguilles concentriques, réglées par un pendule composé et un échappement à vibrations libres, tel qu'on l'emploie dans les horloges marines.

Le moteur est un ressort qui fait 10 tours 1/2, et dont un quart de tour seulement se développe ; il est remonté tous les quarts-d'heure par un grand ressort, dont les inégalités ne peuvent influer sur le mouvement. Un remontoir de cette espèce a autant d'uniformité qu'un poids même pourrait en avoir, et l'on n'a pas l'inconvénient des cordons. Le barillet est fait de manière que le ressort ne puisse jamais se développer au-delà d'un quart de tour, que le remontoir ne puisse le reployer que de cette quantité, et que, les chevilles d'arrêt venant même à casser, il n'en puisse résulter aucun dérangement pour la mesure du temps. Cette méthode sera utile pour de petites horloges astronomiques propres à transporter en voyage, et même pour de grandes horloges qui ont beaucoup de fonctions à remplir, etc.

Le second cadran présente un planisphère terrestre, où l'on voit à chaque instant l'heure qu'il est dans les principaux lieux de la terre. Douze petits cadrans qui environnent la terre, ont chacun une aiguille ; les douze aiguilles sont toujours parallèles, en sorte que l'on voit l'heure qu'il est à chaque pays auquel répond le cadran que l'on examine, et le progrès des heures en suivant les

longitudes. Cette méthode est la plus commode qu'on pût imaginer pour les amateurs de géographie.

Le troisième cadran est destiné pour la lune et pour les éclipses. La construction en est aussi savante qu'ingénieuse. Le soleil, la lune et la ligne des nœuds tournent ensemble tous les jours; mais chaque jour la lune s'éloigne du soleil, et le soleil du nœud de la lune, de la quantité exacte qui doit produire les phases et les éclipses. M. Janvier a combiné ces mouvemens avec tant de sagacité, qu'il a reconnu et corrigé l'erreur des astronomes qui donnaient 48' 45",7 pour le retardement diurne de la lune. Il l'a fait, avec raison, de 50' 28",33, parce que ce n'est pas à midi que le retardement de la lune doit se compter, c'est à l'heure de son passage; et tel est aussi le retardement du flux et du reflux de la mer, que M. Janvier représente pour les principaux ports de la terre, dans une autre machine qu'il exécute pour le roi. Il est singulier que dans les tables des marées et dans les livres faits sur cette matière, on n'ait pas aperçu que le retardement de la lune en vingt-quatre heures n'est pas le retardement des marées, parce que la lune ne passe que 28 fois en 29 jours, et qu'au bout de 28 passages il faut qu'il y ait 28 jours 23 heures 33 minutes 13 secondes d'écoulées pour que les 26' 47" qui manquent, et que la lune fait en 13 heures 11', produisent 29 jours 12 heures 44', qui font la révolution synodique de la lune. Cette considération n'a point échappé à M. Janvier, et nous devons cette justice à l'intelligence dont il a donné des preuves dans toutes les parties de sa machine. Il a reconnu, par exemple, qu'une roue de 235 dents, et un

pignon de 19, suffisaient pour donner, jusqu'à la précision des secondes, la différence de 10 jours 21 heures 0' 12" qu'il y a entre l'année solaire et l'année lunaire de douze mois synodiques, suivant les derniers calculs de la plus parfaite astronomie.

La latitude de la lune y est représentée par un cercle excentrique qui la fait passer au-dessus et au-dessous du soleil, et qui désigne les éclipses du moins pour les conjonctions moyennes. Mais M. Janvier se propose d'en faire une où il représentera les inégalités de la lune, le changement d'excentricité et le mouvement de l'apogée (1). Les phases de la lune se voient également sur le petit globe qui la représente.

Le quatrième cadran contient les jours de la semaine : l'aiguille ne fait qu'un demi-tour et revient sur elle-même tous les sept jours, pour laisser voir toujours droites de très-jolies figures en émail qui représentent les jours ou les planètes. Les trois ressorts sont remontés par un seul carré caché au centre de ce cadran : ces petites attentions sont produites par des mécanismes qui ont encore leur mérite.

La sphère mouvante est placée au-dessus du grand carré de l'horloge ; elle est renfermée dans un globe de verre : on y voit toutes les planètes, même celle de Herschel, qui se trouve, pour la première fois, dans une machine de ce genre, etc.

Enfin cette machine, la plus complète que nous connaissions, est encore remarquable par la beauté

(1) Elle a été exposée au Louvre en 1801, et l'on en voit les détails de construction dans l'Histoire de la Mesure du temps, tom. 2, pag. 207—241.

des émaux, etc., qui l'accompagnent; mais c'est par la composition, les calculs et le mécanisme, que nous la croyons digne de l'approbation et des éloges de l'Académie.

Fait à Paris, dans l'assemblée de l'Académie royale des sciences, le 14 février 1789.

*Signé* LEGENTIL, LE ROY, CASSINI.

DE LALANDE, *rapporteur*.

Certifié conforme à l'original, à Paris, le 17 juillet 1807.

Le secrétaire perpétuel, *signé* DELAMBRE.

## ARTICLE VI.

### *Première Pendule à équation par les causes qui la produisent, par A. Janvier,*

*Approuvée par la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, dans la séance du* 31 *janvier* 1800.

Cette machine présente deux cadrans concentriques (*fig.* 8), mobiles autour du même axe; l'un indique le temps moyen, l'autre le temps vrai : pour les mettre en mouvement, il y a deux roues mues par deux pignons placés sur le même axe; et qui les font tourner en une année moyenne.

L'une de ces roues A (*fig.* 9.) est parallèle aux cadrans (ou l'équateur de la sphère céleste) : c'est elle qui conduit le cadran du temps moyen, auquel elle communique une vîtesse angulaire de 59′ 8″,3 par jour. Le point midi de ce cadran avancera de la même quantité que le soleil fictif moyen que l'on suppose parcourir l'équateur céleste,

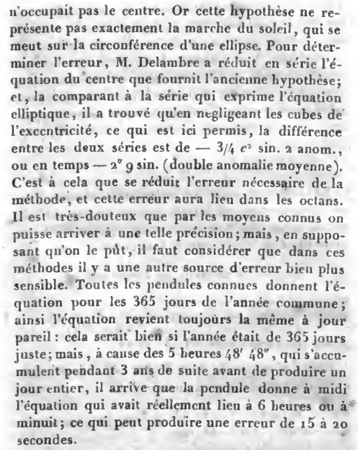
L'aiguille de ce ce cadran mobile est portée par un axe qui tourne avec la vîtesse de la révolution diurne de la terre. A chacune des révolutions de l'axe, l'aiguille se trouvera 3′ 56″ en retard, à cause du mouvement propre du cadran. Ces deux mouvemens combinés donnent une idée exacte de la manière dont se compose le jour moyen astronomique.

La seconde des deux roues B (*fig.* 9) fait mouvoir le cadran du temps vrai : elle est inclinée de 23° 28′ à la première. Dans son mouvement, qui ne peut être qu'uniforme, elle entraîne, au moyen d'un arc de cercle, un canon qui lui est excentrique, et auquel par conséquent elle donne un mouvement inégal à raison de cette excentricité (3375 parties du rayon à 3ˢ 8° 54′ en 1800) (1). Mais ce canon est lui-même incliné de 23° 28′ a l'axe de la roue qui le meut : ainsi son mouvement se modifie encore à raison de cette inclinaison; et le cadran qu'il conduit a, dans sa révolution, les deux inégalités qui produisent la différence entre le temps vrai et le temps moyen.

Celle des inégalités qui vient de la réduction de l'écliptique à l'équateur peut-être représentée avec toute la perfection que l'on voudra; cela ne dépend que de l'adresse de l'artiste : il suffit qu'il parvienne à incliner ses roues de manière qu'elles fassent un angle égal à l'obliquité de l'écliptique.

Il n'en est pas tout-à-fait de même de l'autre inégalité. Il est aisé de voir que le moyen employé par l'artiste revient à l'idée des anciens astronomes, qui faisaient tourner le soleil dans un cercle dont la terre

(1) Le mouvement de l'apogée étant de 62′,15 par année, on a pour 1821 3ˢ 9° 19′,15.



n'occupait pas le centre. Or cette hypothèse ne représente pas exactement la marche du soleil, qui se meut sur la circonférence d'une ellipse. Pour déterminer l'erreur, M. Delambre a réduit en série l'équation du centre que fournit l'ancienne hypothèse; et, la comparant à la série qui exprime l'équation elliptique, il a trouvé qu'en négligeant les cubes de l'excentricité, ce qui est ici permis, la différence entre les deux séries est de $-\ 3/4\ e^2$ sin. 2 anom., ou en temps — 2″ 9 sin. (double anomalie moyenne). C'est à cela que se réduit l'erreur nécessaire de la méthode, et cette erreur aura lieu dans les octans. Il est très-douteux que par les moyens connus on puisse arriver à une telle précision; mais, en supposant qu'on le pût, il faut considérer que dans ces méthodes il y a une autre source d'erreur bien plus sensible. Toutes les pendules connues donnent l'équation pour les 365 jours de l'année commune; ainsi l'équation revient toujours la même à jour pareil: cela serait bien si l'année était de 365 jours juste; mais, à cause des 5 heures 48′ 48″, qui s'accumulent pendant 3 ans de suite avant de produire un jour entier, il arrive que la pendule donne à midi l'équation qui avait réellement lieu à 6 heures ou à minuit; ce qui peut produire une erreur de 15 à 20 secondes.

La méthode de M. Janvier n'est pas sujette à cette erreur puisqu'il l'a fondée sur une période astronomique. Son idée, en la supposant parfaitement exécutée, lui donnera, à 3 secondes près, la précision de ces tables composées de l'équation du temps, qui ont pour argument la longitude du soleil que l'on trouve dans les livres, et entre autres dans les tables de Mayer, éditions de Londres et de Berlin. Ces

tables supposent l'apogée immobile, et l'excentricité invariable aussi bien que l'obliquité. L'erreur de ces suppositions peut en produire une de quatre secondes vers 3 et 9 signes de longitude au bout de cent ans; mais cet inconvénient est inévitable, et l'on ne pourrait y remédier qu'en donnant aux machines une complication que l'objet ne mérite pas, etc., (*Voy. la Connaiss. des temps de l'an* XII, *pag.* 426 *et suiv.*)

*Rouage de cette machine.*

La deuxième roue du mouvement conduit l'aiguille des heures, qui fait un tour en un jour sidéral, et 366 tours pour une année de 365 jours : c'est sur cette unité de vîtesse que le rouage est calculé.

*Révolution annuelle en temps sidéral.*

Pignons.. 2009 = 7 . 7 . 41.
Roues... 735782 = 61 . 74 . 163. = 366*j.* 5*h.* 49′ 47″ 9‴ temps sidéral,

= une année tropique de 365*j.* 5*h.* 48′ 48″.

Pour une année de 365*j.* 5*h.* 48′ 55″, adoptée par quelques astronomes on aurait :

Pig. 8729. = 7 . 29 . 43.
R.. 3196935. = 105 . 153 . 199. = 366*j.* 5*h.* 49′ 53″.$\frac{6503}{8729}$.

*Nota.* Cette machine d'un genre absolument neuf et plus exact que tout ce qui a été fait jusqu'ici, est la seule qui existe; c'est un modèle posé depuis vingt ans devant la génération présente, sans que l'auteur ait eu besoin de BREVET pour s'assurer l'honneur d'une invention qui est véritablement SIENNE. De nos jours, dans quelque genre d'industrie que ce soit, les hommes éclairés, ceux qui voient

ce qu'ils regardent, savent très-bien que cet *auxiliaire* porte essentiellement le cachet du charlatanisme, et ne constitue pas toujours de *Légitimes-inventeurs*.

La pendule à temps sidéral et temps moyen, réunis et réglés par l'ingénieux système de M. Pecqueur, chef des ateliers du Conservatoire des arts et métiers, a-t-elle besoin d'être accompagnée d'une *Patente d'invention* pour appartenir à son véritable auteur? N'est-il pas plus que douteux que cette machine ait été bien comprise, même par les personnes de l'art qui se croient les Juges-nés de leurs contemporains?

J'ai entendu discourir des artistes de tous les ordres autour de cette pendule durant son exposition au Louvre (en 1819) et j'en ai recueilli la conviction intime que F. Berthoud avait raison de dire, à l'occasion de M*** dont on vantait la main d'œuvre: ce ne sont pas les mains qui nous manquent, ce sont les têtes.

## ARTICLE VII.

*Réflexions sur la recherche du mouvement perpétuel.*

Le mouvement perpétuel est une ancienne chimère assez célèbre dans la mécanique; mais on a fait beaucoup de découvertes réelles en courant après cette chimère.

Nous voyons des personnes qui ne connaissent pas les premiers élémens des mathématiques, se vanter d'avoir trouvé la quadrature du cercle, la trisection de l'angle, etc; de même dans l'horlogerie ce sont, pour l'ordinaire, des jeunes gens ou des personnes qui n'ont aucune connaissance des lois du mouvement et de la mécanique, qui cherchent

le mouvement perpétuel mécanique ; c'est aussi plutôt une insulte qu'un éloge de dire de quelqu'un qu'*il cherche le mouvement perpétuel*. L'inutilité des efforts que l'on a faits jusqu'ici pour le trouver, donne une idée peu favorable de ceux qui s'en occupent. J'ai cru que quelques remarques sur la vanité de leurs prétentions pourraient leur être utiles et seraient favorablement reçues.

On entend par mouvement perpétuel un mouvement qui se conserve et se renouvelle continuellement de lui-même sans le secours d'aucune cause extérieure, ou une communication non interrompue du même degré de mouvement qui passe d'une partie de matière à l'autre, soit dans un cercle, soit dans une courbe rentrante en elle-même de sorte que le même mouvement revienne au premier moteur sans avoir été altéré. (*Encyclopédie*, au mot *perpétuel*).

Parmi toutes les propriétés de la matière et du mouvement nous n'en connaissons aucune qui puisse être le principe d'un tel effet.

On convient que l'action et la réaction doivent être égales, et qu'un corps qui donne du mouvement à un autre doit perdre ce qu'il en communique. Or, dans l'état présent des choses, la résistance de l'air, les frottemens doivent retarder sans cesse le mouvement.

Ainsi, pour qu'un mouvement quelconque pût subsister toujours, il faudrait ou qu'il fût continuellement entretenu par une cause extérieure, et ce ne serait plus alors ce qu'on entend par le mouvement perpétuel ; ou que toute résistance fût anéantie, ce qui est physiquement impossible. Par une autre loi de la nature, les changemens qui arrivent dans le mouvement des corps sont toujours proportionnels

à la force motrice qui leur est imprimée, et sont dans la même direction que cette force; ainsi une machine ne peut recevoir un plus grand mouvement que celui qui réside dans la force motrice qui lui a été imprimée. Or, sur la terre que nous habitons, tous les mouvemens se font dans un fluide résistant, et par conséquent ils doivent nécessairement être retardés; donc le milieu doit absorber une partie considérable du mouvement.

Le frottement doit diminuer peu à peu la force communiquée à la machine, de sorte que le mouvement perpétuel ne saurait avoir lieu, à moins que la force communiquée ne soit beaucoup plus grande que la force génératrice, et qu'elle ne compense la diminution que toutes les autres y produisent; mais comme rien ne donne ce qu'il n'a pas, la force génératrice ne peut donner à la machine un mouvement plus grand que celui qu'elle a elle-même. Ainsi toute la question du mouvement perpétuel, en ce cas, se réduit à trouver un poids plus pesant que lui-même, ou une force élastique plus grande qu'elle-même : proposition qui est absurde.

Ce qui trompe les personnes peu versées dans la mécanique, c'est que, par le moyen du levier, une force quelconque en peut toujours surmonter une supérieure; mais elles ne font pas attention que dans ce cas même la dépense du côté de la moindre force est supérieure à l'effet qu'elle produit; que si, par exemple, un poids d'une livre en élève un de deux livres à un pouce, il descend nécessairement de plus de deux pouces.

Une puissance de dix livres étant donc mue, ou tendant à se mouvoir avec dix fois plus de vîtesse qu'une puissance de 100 livres, peut faire équilibre

à cette dernière puissance; et on en peut dire autant de tous les produits égaux à 100 livres : enfin, le produit de part et d'autre doit toujours être de 100, de quelque manière qu'on s'y prenne. Si on diminue la masse, il faut augmenter la vitesse en même raison.

Ceux qui cherchent le mouvement perpétuel excluent des forces qui doivent le produire, non seutiment l'air et l'eau, mais encore tous les autres agens naturels qu'on y pourrait employer. Ainsi ils ne regardent pas comme mouvement perpétuel celui qui serait produit par les vicissitudes de l'atmosphère (1), ou par celles du chaud et du froid : ils se bornent à deux agens, la force d'inertie et la pesanteur, et ils réduisent la question à savoir si l'on peut prolonger la vitesse du mouvement, ou par le premier de ces moyens, c'est-à-dire en transmettant le mouvement par les chocs d'un corps à un autre; ou par le second, en faisant remonter des corps par la descente d'autres corps qui ensuite remonteront eux-mêmes pendant que les autres descendront. Dans ce second cas il est démontré que la somme des corps, multipliés chacun par la hauteur d'où il peut descendre, est égale à la somme de ces mêmes

---

(1) L'abbé Hautefeuille en proposa un de ce genre en 1678. Lepaute, et plus anciennement Leplat, ont construits des mouvemens perpétuels par le secours de l'air (*Traité d'Horl. de Lepaute*, 2^e^ partie, chap. VII, Recueil des Machines de l'Acad., tom. VII, pag. 401.

On lit dans le *Journal Encyclopédique*, août 1775, 2^e^ vol., la description d'une pendule de Kratzenstein, de l'Académie des sciences de Pétersbourg, qui se remonte elle-même par l'alternative du froid et du chaud.

corps multipliés chacun par la hauteur où il pourra monter. Il faudrait donc, pour parvenir au mouvement perpétuel par ce moyen, que les corps qui tombent et s'élèvent conservassent absolument tout le mouvement que la pesanteur peut leur donner, et n'en perdissent rien par le frottement ou par la résistance de l'air, ce qui est impossible.

Si l'on veut employer la force d'inertie, on remarquera que le mouvement se perd dans le choc des corps durs; et que, si les corps sont élastiques, la force vive à la vérité se conserve; mais, outre qu'il n'y a pas de corps parfaitement élastiques, il faut encore faire abstraction ici des frottemens et de la résistance de l'air; d'où l'on conclut qu'on ne peut espérer de trouver le mouvement perpétuel par la force d'inertie non plus que par la pesanteur, et qu'ainsi ce mouvement est impossible.

On démontre également combien ceux-là se trompent, qui croient pouvoir procurer un mouvement perpétuel purement mécanique à la même roue, en employant plusieurs principes de forces centrales, tels que la pesanteur, l'attraction de l'aimant et celle des corps électriques; car chacune de ces forces agissant également à des distances égales de son centre, et ne pouvant donner au système de la roue qu'une force résultante dirigée par son appui, ce système doit nécessairement demeurer immobile. (*Camus*, tom. IV, *pag.* 253).

L'Académie des sciences prit, en 1775, la résolution de ne plus examiner aucune machine annoncée comme un mouvement perpétuel, et cette savante compagnie crut devoir rendre compte des motifs qui l'avaient déterminée, dans son histoire de la même année, pag. 65.

La construction d'un mouvement perpétuel, dit l'historien, est absolument impossible, quand même le frottement, la résistance du milieu, ne détruiraient point à la longue l'effet de la force motrice. Cette force ne peut produire qu'un effet égal à sa cause; si donc on veut que l'effet d'une force finie dure toujours, il faut que cet effet soit infiniment petit dans un temps fini. En faisant abstraction du frottement et de la résistance, un corps à qui on a une fois imprimé un mouvement, le conserverait toujours; mais c'est en n'agissant point sur d'autres corps; et le seul mouvement perpétuel possible, dans cette hypothèse, qui d'ailleurs ne peut pas avoir lieu dans la nature, serait absolument inutile à l'objet que se proposent les constructeurs de mouvemens perpétuels. Ce genre de recherches a l'inconvénient d'être coûteux; il a ruiné plus d'une famille; et souvent des mécaniciens, qui eussent pu rendre de grands services, y ont consumé leur fortune; leur temps et leur génie. Tout attachement opiniâtre à une opinion démontrée fausse, s'il s'y joint une occupation perpétuelle du même objet, une impatience violente de la contradiction, est sans doute une véritable folie.

Nous allons néanmoins faire connaître deux tentatives de mouvement perpétuel, parcequ'elles peuvent donner une idée de l'illusion que se sont faite quelques personnes sur ce sujet.

La fig. 10 représente une roue garnie, à distances égales dans sa circonférence, de leviers portant chacun un poids à son extrémité, et qui sont mobiles sur une broche polie, de sorte que dans un sens ils puissent se coucher sur la circonférence; et du côté opposé, étant entraînés par le poids qui est à

leur extrémité ; ils soient contraints à se ranger dans la direction du rayon prolongé. Cela supposé, on voit que la roue tournant dans le sens *a b c*, les poids A, B, C, s'écartent du centre; et conséquemment, agissant avec plus de force, entraîneront la roue de ce côté : et comme, à mesure qu'elle tournera, un nouveau levier se développera, il s'ensuit, disait-on, que la roue continuera sans cesse de marcher dans le même sens. Mais malgré l'apparence séduisante de ce raisonnement, l'expérience a fait voir que la machine ne marchait pas; et l'on peut en effet démontrer qu'il y a une position où le centre de gravité de tous ces poids étant dans la verticale menée par le point de suspension, elle doit s'arrêter.

Il en est de même de celle-ci, qui semblerait aussi devoir marcher sans cesse : Soit une roue (*fig.* 11) dont chaque rayon A B renferme un petit canal, par lequel il y a communication entre les deux coffrets C D faits en forme de soufflet, dont l'un C est à l'extrémité du rayon, et l'autre D est plus près du centre ; le couvercle de ces soufflets est chargé d'un poids.

Cela supposé, on voit que d'un côté, par exemple C, les soufflets les plus éloignés du centre doivent s'ouvrir et les plus proches se fermer.

Ayant versé une liqueur dans chaque rayon autant qu'il en faut pour remplir la capacité de son canal et l'un des soufflets, il est évident que du côté C la liqueur se trouvera à l'extrémité, savoir dans les soufflets qui sont ouverts, et que de l'autre côté elle sera dans les soufflets qui sont proche le centre. Par conséquent une moitié de la roue sera plus pesante : ainsi cette roue devrait avoir un mouvement perpétuel.

Il serait assez difficile de montrer en quoi pèche ce raisonnement; mais quiconque connaîtra les vrais principes de la mécanique, n'hésitera pas à parier cent contre un que la machine, étant exécutée, ne marchera pas.

En voilà trop sur cette chimère de la mécanique : nous souhaitons qu'aucun de nos lecteurs ne donne dans le travers malheureux d'une pareille recherche.

---

*Justification de la qualité de concitoyen.*

( Voyéz la Dédicace ).

Parmi les jouissances éphémères de cette espèce de gloriole dont je fus enivré, dès mon enfance, pour quelques succès obtenus sans efforts par les inspirations et l'assemblage extraordinaire des plus rares dons de la nature, aucune ne me fut plus sensible que l'accueil des magistrats de Besançon, en 1770. Après avoir traversé un demi-siècle de peines, je me rappelle encore avec joie l'apparition inopinée de ce vieillard à cheveux blancs (M. de Menoux) qui vint, au nom du conseil dont il était l'organe, présenter au jeune homme de 18 ans qui fixait alors l'attention publique, des lettres de citoyen d'autant plus honorables que leur concession était libre et désintéressée, et d'autant plus chères à son cœur qu'elles étaient expédiées au nom de son père!... Que de motifs pour transcrire ici la forme de cet acte!... C'est un reste de vanité, je le sens bien, et je dirai comme Montaigne : *De m'en défaire, je ne puis, sans me défaire moi-même. Nous en sommes tous confis, tant les uns que les autres. Mais*

*ceux qui le sentent en ont un peu meilleur compte. Encore ne sais-je?* (Essais, liv. III, ch. IX).

*Lettres de citoyen de Besançon.*

Nous vicomte Mayeur, lieutenant-général de police, échevins et conseillers assesseurs de la Cité royale de Besançon, savoir faisons que le S[r] Claude Étienne Janvier, bourgeois de St.-Claude, tendant à être admis au nombre des citoyens de cette Cité, et suffisamment informés de ses bonnes vie et mœurs, de ses franchises et liberté, et de la profession qu'il fait de la religion catholique, apostolique et romaine, par le rapport de MM. les commissaires : à ces causes, nous avons reçu et admis, recevons et admettons le dit S[r] Janvier au nombre des citoyens de la Cité, pour jouir lui et les siens nés et à naître en légitime mariage, des droits, franchises, prérogatives et immunités attachés à cette qualité; et tous les droits lui ont été remis soit en considération de ses talens dans la mécanique, soit par rapport à ceux du S[r] Antide Janvier son fils, résidant depuis quelque temps en cette Cité, où il a donné des preuves d'une capacité au-dessus de son âge dans plusieurs ouvrages de mécanique et d'horlogerie, soit encore pour les engager à fixer leur demeure en cette Cité. En témoignage de quoi nous avons fait expédier les présentes par le S[r] Jean-François Bressand, avocat en parlement, secrétaire de la dite Cité, et sous le sceau d'icelle. Donné au Conseil le lundi sept mai mil sept cent soixante-dix.

Par ordonnance,

*Signé* Bressand.

FIN.

# EXTRAIT

*D'un Rapport sur un ouvrage de* M. JANVIER, *ayant pour titre* : Des Révolutions des Corps célestes par le mécanisme des Rouages.

## INSTITUT DE FRANCE.

*Classe des sciences physiques et mathématiques.*

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques, certifie que ce qui suit est extrait du procès-verbal de la séance du lundi 19 juillet 1813.

.........................................
.........................................

L'auteur, après un avertissement où il rend compte de ses premières études et de ses premiers essais dans un genre où il s'est véritablement distingué, donne une traduction de l'écrit posthume dans lequel Huyghens nous a laissé une description incomplète de son Planétaire. Cette traduction est accompagnée de notes où l'on trouve des explications utiles, la rectification de quelques passages du texte, et quelques idées pour la plus grande perfection de la machine; mais ce qui assure à cette traduction un grand avantage sur l'original, ce sont les figures dessinées avec beaucoup de soin par M. Janvier, et gravées avec autant de précision que de netteté par M. Leblanc,

Dans la seconde partie, l'auteur expose la construction d'une machine qu'il avait exécutée à l'âge de vingt ans dans le système de l'abbé Tournier, son maître, qui ne laissait à la terre que le mouvement diurne sur son axe : malgré l'inexactitude de l'idée fondamentale qui lui avait été suggérée, et qu'on ne peut lui imputer, on ne peut s'empêcher de reconnaître dans les divers moyens employés par l'artiste, une adresse et une sagacité qui promettaient tout ce qu'il a fait depuis pour le système véritable. On peut même regarder ce premier essai comme une composition destinée à représenter les mouvemens apparens des planètes autour de la terre, réputée immobile (1); et, dans ce sens, elle ne méritera que des éloges.

La troisième partie est consacrée à la description d'une machine planétaire plus complète que celles qui ont été exécutées jusqu'à ce jour. Elle commence par quelques réflexions critiques sur la sphère d'Huyghens, et nous conviendrons que ces remarques ne manquent pas de justesse. Dans cette nouvelle machine, l'auteur se propose de représenter les périodes de toutes les planètes, depuis la Terre jusqu'à Uranus, les révolutions des satellites de Jupiter, de Saturne, d'Uranus même; la rétrogradation des nœuds de la Lune et des points équinoxiaux, les éclipses du Soleil et de la Lune, *avec tant de précision que, dans l'espace de vingt siècles, on puisse voir sans erreur sensible la situation respective des corps célestes, soit entre eux, soit à l'égard de la*

(1) Nous ne l'avons pas présentée sous un autre rapport. (Voy. le titre de la seconde partie, pag. 35.)

*terre*. Une grande planche montre la disposition générale, la situation et le nombre des rouages; une autre planche développe le mécanisme qui produit les révolutions de la Terre, de la Lune et de ses nœuds; mais c'est là que se bornent les éclaircissemens : l'auteur s'est réservé le secret du nombre de dents qu'il se propose de donner à ses roues et à ses pignons. Il nous est donc impossible d'asseoir un jugement (1) sur ce projet, qui aurait droit de nous paraître gigantesque s'il était proposé par tout autre; mais, après ce que l'auteur a déja fait, il semble qu'il ne soit pas permis de douter du succès (2), puisqu'il n'aura qu'à faire usage de combinaisons qui lui ont déja réussi. Nous ne faisons aucun doute qu'une pareille machine, exécutée avec tout le soin et l'habileté que peut y mettre un artiste tel que M. Janvier, ne fût un chef-d'œuvre curieux, bien digne d'intéresser quelque riche amateur qui pourrait faire un emploi moins louable de sa fortune.

Dans une quatrième partie, M. Janvier donne la construction d'un Jovilabe propre à montrer en tout temps les configurations des satellites de Jupiter, les effets de la parallaxe annuelle, et l'annonce des éclipses moyennes de ces satellites. Cette machine est

---

(1) On pouvait juger le mécanisme. Ce qui concerne les nombres est jugé depuis long-temps. Nous avons fait nos preuves à l'Académie royale des sciences, à l'Institut, etc.

(2) Nous avons exécuté cette machine jusques et y compris les satellites de Saturne; et en 1773, au mois de novembre, nous la présentâmes à Louis XV, au château de Fontainebleau.

jolie et curieuse; on en pourrait faire de pareilles pour les satellites de Saturne et d'Uranus. Cette idée qu'a eue M. Janvier de séparer ainsi les mondes des trois planètes supérieures, qui forment de petits systêmes comparables au systême général, nous dit peut-être ce qu'il conviendrait de faire pour n'exagérer ni les dimensions, ni les frais des planétaires; ce serait de représenter ainsi séparément tout ce qui demande des détails trop compliqués, et de ne laisser dans le planétaire général que les révolutions moyennes, en réduisant le tout à des dimensions moins coûteuses.

L'auteur a donné une seconde application de cette idée en décrivant une sphère plus simple, destinée à représenter les mouvemens apparens du Soleil et de la Lune.

M. Janvier s'était proposé d'ajouter une description de la sphère présentée à l'institut en 1800. Nous avons vu onze planches gravées (1) qui devaient accompagner l'ouvrage, et dont il n'a publié que la première, qui sert de frontispice à son livre. Le lecteur regrettera sans doute que des circonstances fâcheuses l'aient forcé de supprimer des notions qui, en assurant ses droits comme inventeur, auraient ajouté à sa réputation et donné aux artistes qui voudraient se livrer à ce travail ingrat et peu fructueux,

(1) Les planches, que de fâcheuses circonstances nous ont forcé de supprimer, renferment ce que nous avons fait de plus curieux en ce genre, et particulièrement le mécanisme de la sphère mouvante placée au palais des Tuileries, et que nous avions composée pour Louis XVI dans nos jours de prospérité.

les moyens de profiter de ses idées et de ses longues recherches :

.......................................

......... ............................

Nous desirons que son excellence le ministre de l'intérieur puisse trouver les moyens de récompenser un artiste très-estimable, et le dédommager des dépenses auxquelles son goût pour ce genre de recherches l'a constamment engagé ; et nous ajouterons que les chefs d'établissemens publics qui seraient dans l'opinion (1) que les machines de ce genre peuvent être utiles à la première instruction, ne pourraient mieux faire que de s'adresser à l'artiste qui a tant de droits à leur confiance.

*Signé* DELAMBRE, Rapporteur.

La classe approuve le rapport, et en adopte les conclusions.

---

*Expérience curieuse faite par Huyghens.*

Très-peu d'hommes ont aussi bien mérité des

---

(1) Ainsi, le 19 juillet 1813, on laissait douter si *des machines de ce genre peuvent être utiles à la première instruction*, tandis que, le 2 du même mois, on écrivait à un principal de collége : « Je n'ai aucun besoin de voir votre sphère mouvante pour me convaincre de tous les avantages et du degré d'utilité qu'elle peut avoir pour l'instruction publique (*). » Cette distinction injuste nous aurait profondément affligé si l'on ne pouvait pas comparer nos compositions avec la sphère qui est déposée au chef-lieu de l'Université.

(*) Description de la sphère mouvante présentée à M. le comte de Fontanes par J. F. Major, principal du collége de Bar-sur-Ornain, au feuilleton qui est à la fin.

sciences par l'importance et la sublimité de leurs recherches. L'application du pendule aux horloges, est un des plus beaux présens que l'on ait faits à l'astronomie et à la géographie, qui sont redevables de leurs progrès rapides à cette heureuse invention et à celle du télescope dont il perfectionna considérablement la pratique et la théorie. Il publia dans le sein de l'académie dont il fut un des premiers membres, son admirable ouvrage *de Horologio oscillatorio*, d'où nous tirons le passage suivant :

TEXTE.

Quibus ita constructis, cùm veluti ad unicam rotam omnia essent redacta, major adhuc quàm anteà apparuit horologiorum æqualitas; illudque accidit memoratu dignum, quod cùm duo ad hanc formam constructa ex eodem tigno suspendissemus, tignum vero fulcris duobus impositum esset; motus penduli utriusque ita ictibus adversis inter se consensere, ut nunquam inde vel mininum recederent, sed utriusque sonus unà semper exaudiretur : imo si data opera perturbaretur concordia illa, semetipsam brevi tempore reduceret. Miratus aliquandiù rem adeo insolitam, inveni denique, instituto diligenti examine, à motu tigni ipsius, licet haudquaquam sensibili, causam petendam esse. Nempe pendulorum reciprocationes horologiis, quantolibet pondere gravitatis, motum aliquem communicare (1); hunc vero motum, tigno ipsi impressum,

(1) Pendulum vero unciarum novem longitudine inerat horologiis hisce, pondere semissis. Rotæ ponderum attractu circumagebantur, eàdemque cum illis thecâ inclusæ erant

necessario efficere ut si aliter quam contrariis ad unguem ictibus pendulum utrumque moveatur, eo tamen necessario tandem deveniant, ac tum demum tigni motum penitus intersquiescere. (Horol. oscill. pag. 18, édition de 1673 in-fol.)

TRADUCTION.

Tout se réduisant en quelque sorte à une seule roue, par cette construction (1), j'ai obtenu la plus grande égalité de mouvement qu'on ait eue jusqu'ici. Ayant suspendu à une traverse de bois portée sur deux montans, deux horloges construites sur ce modèle, j'ai observé, avec surprise, que le mouvement de chaque pendule était si uniforme, qu'ils battaient en même temps et qu'on n'entendait qu'un seul coup; si l'on interrompait quelquefois cet accord exprès, il se rétablissait bientôt de lui-même. Étonné pendant quelque temps de ce phénomène, j'ai trouvé, après un examen attentif, qu'il fallait en attribuer la cause au mouvement de la traverse, quelque insensible qu'il fût. Car les oscillations des pendules communiquent un léger mouvement aux horloges, de quelque poids qu'elles soient chargées (2). Ce mouvement se trans-

---

quaternum pedum longitudine. In ima theca plumbum insuper centum atque ampliùs librarum additum erat, quo meliùs perpendicularem situm suspensa machina servaret. (*Ibid.*)

(1) Celle du remontoir dont la description précède.

(2) Ces horloges avaient un pendule de 9 pouces pesant une demi-livre; les roues étaient mues par un poids, et ren-

met à la traverse même, et fait nécessairement que, si les oscillations des pendules ne sont pas parfaitement d'accord, il faut qu'elles reviennent à cet accord, qui seul peut arrêter le mouvement de la traverse.

Quatre-vingt-dix ans après la publication de cette expérience (en 1673), mon respectable père que son heureux instinct conduisait presque toujours à l'exactitude géométrique (1), ayant eu connaissance du raisonnement de Huygens, prétendit que le mouvement de la *poutre* (2) n'entrait pour rien dans l'accord des horloges, et que, même en scellant ces machines dans le mur, le synchronisme des oscillations aurait lieu pourvu que les horloges fussent sensiblement réglées.

Jaloux de prouver ses conjectures par l'expérience, mon père exécuta deux espèces de compteurs, composés chacun de deux roues, comme on les fait encore aujourd'hui. Il monta ces quatres roues avec deux ponts sur un fort plateau de cuivre d'environ 6 pouces en carré et 3 lignes d'épaisseur. Les deux échappements étaient semblables. Les pendules de même longueur et même poids que dans les horloges de Huyghens; ces pendules étaient suspendus par des ressorts à deux po-

---

fermées avec lui dans une boîte de 4 pieds de haut. Au fond de la boîte était un poids de plomb de cent livres et plus, pour faire conserver à la machine la situation verticale.

(1) Bien plus heureux que moi, il n'avait pas fait d'études.

(2) C'est en effet la véritable signification du mot *Tignum* que j'ai traduit par *traverse*, pour n'avoir pas l'air d'établir une charpente.

tences placées chacune sur la même ligne verticale que la roue d'échappement; un seul poids moteur agissait sur les deux rouages à la fois, (car il ne pouvait pas entrer dans la tête d'un homme vraiment doué du génie de la mécanique d'en employer deux dans une semblable construction).

Ayant fixé cet instrument avec trois fortes vis, sur des cylindres de cuivre scellés dans le mur avec une saillie de 3 lignes au plus, et mis les pendules à peu près de longueur, le synchronisme de leurs oscillations ne tarda pas à se manifester dès qu'ils furent en mouvement, et il se rétablissait au bout de quelques minutes lorsqu'on l'avait troublé.

En 1772 (99 ans après Huyghens) D. Noel, garde et démonstrateur du cabinet de physique du roi, à Passy, déposa (le 19 août) au secrétariat de l'Académie, un paquet cacheté ayant pour suscription : *Mémoire sur un nouveau Régulateur* (1). J'ai trouvé ce mémoire dans les papiers de P. le Roy, qui le tenait sans doute de son frère J.-B. Le Roy, membre de l'Académie (2). Cet écrit en trois pages *in-fol.* ne paraît d'abord, dans les vingt premières lignes, qu'une traduction *déguisée* du passage latin que nous avons cité; mais la suite contient une foule de détails singuliers qu'il serait trop long de rapporter: en voici seulement un extrait.

(1) Voyez les registres de cette savante société.

(2) Ce qui viendrait à l'appui des plaintes de F. B. (p. 91.) Mais on se demandera toujours comment et par quelle autorité on a pu disposer des mémoires de F. B., D. N., et F. H. ?

EXPÉRIENCE.

Ouvert le 5 juillet par Le Roy et Bailly.

J'ai attaché, sans beaucoup de précaution, à un bâti d'environ quinze pouces de long, très-irrégulièrement fabriqué, deux horloges ordinaires dont le pendule battait les secondes.

Après avoir réglé ces horloges à peu près, je me suis aperçu, au bout de quelque temps, qu'elles battaient constamment les secondes ensemble. J'ai dérangé à dessein leurs vibrations, elles se sont toujours remises, en sorte que depuis plus de quatre mois (1), sans y avoir touché, elles ne se sont point dérangées de la moindre différence.

La cause de cette égalité constante et de cet isochronisme se fait bientôt apercevoir; en effet, le choc occasionné par l'échappement de chaque pendule communique un mouvement au bâti qui les soutient, et lui fait faire un nombre d'ébranlemens et de vibrations particulières et analogues à chaque choc. Ces ébranlemens et ces vibrations se contraignent parce qu'elles ne sont pas exactement semblables; d'où il arrive que de ces deux mouvemens il s'en forme un moyen qui influe à son tour sur les pendules, en sorte que de la combinaison de ces trois mouvemens composés des vibrations, du choc des deux pendules et des fibres du bois du bâti, il

(1) Josias Émery a bien vu deux horloges battre la même seconde pendant trois mois; mais elles étaient très-voisines, et probablement le plancher transmettait les vibrations. (Lalande, tom. II, art. 2465, pag. 652, édit. de 1792.

s'en forme un commun et moyen entre tous, qui les comprend et les unit ensemble.

D'après cette expérience, j'ai pensé que le moyen sûr de régler le pendule d'une horloge serait de lui joindre deux, trois, ou même un plus grand nombre d'horloges de même grandeur et même calibre; d'attacher ces horloges à un bâti solide de bois de sapin bien choisi, qui aurait le fil du bois à angle droit avec la verge du pendule. On pourrait lui donner une forme agréable; on ferait tous les essais possibles pour en déterminer la figure, la longueur, la largeur et l'épaisseur; on pourrait le disposer et le creuser en forme d'instrument de musique, lui tendre à l'unisson des cordes de boyau ou de laiton par le moyen des chevilles.

J'assure que ces horloges à peu près réglées battront constamment les secondes ensemble; les erreurs respectives se compenseront, les irrégularités qu'elles occasionnent dans une seule disparaîtront dans l'assemblage de plusieurs, et se réduiront à rien par les contractions respectives : elles seront d'autant plus difficiles à se déranger, que les erreurs seront respectivement très-petites, et que le nombre de ces erreurs sera multiplié, parce que chacune séparément se confondra dans la combinaison de toutes ensemble, etc.

J'espère même qu'il sera possible de faire de bonnes horloges à ressort et à balancier; de les enchâsser en nombre suffisant sur une caisse en forme d'instrument de musique, tendu de cordes, comme les précédentes; qu'il sera facile de trouver les moyens de les mettre dans un vaisseau et même dans une voiture, suspendues dans des caisses garnies de coussins de crin. Elles doivent, comme je

pense, produire le même effet que celles dont j'ai donné le détail, et battre ensemble les secondes, etc.

A Paris, ce 19 août 1772.

*Signé,* N. Noel, garde et démonstrateur du cabinet de physique du roi, à Passy.

---

## SUR LE RAPPORT DU JURY CENTRAL (1)

### rédigé par M. L. Costaz.

Si je n'ai pas mission pour écrire, j'ai le droit d'avoir une opinion et de la publier. Je cherche en cela, selon ma coutume, moins à plaire qu'à me rendre utile; car n'adoptant que le parti de la justice et de la raison, je ne dois guère espérer que tout homme qui suit d'autres règles, puisse être l'approbateur des miennes; et si cette considération ne m'a point retenu, c'est qu'en toute chose le blâme de l'univers entier me touche beaucoup moins que l'aveu de ma conscience.

Je supprime toutes les considérations personnelles qui peuvent me regarder dans l'ouvrage de M. Costaz, parce qu'elles sont évidemment suggérées; que sous aucun rapport je ne puis lui en savoir mauvais gré, et qu'elles ne doivent jamais entrer dans les motifs d'un homme qui travaille pour l'utilité publique.

Mais s'il est notoire, comme il serait facile de le prouver, que *les machines par lesquelles on se propose de représenter les mouvemens des corps qui*

---

(1) Sur les produits de l'industrie française en 1819.

*composent le système solaire, sont l'objet d'un commerce suivi* pour une Nation voisine, l'on peut regarder la page 242 comme une virgule placée à contre-sens dans un gros dictionnaire, et sur laquelle le correcteur inattentif aurait oublié de tracer un *déléatur.*

Il n'en est pas tout-à-fait de même du passage suivant, qui renferme un déni de justice, fondé sur l'oubli (1) des travaux faits dans le dix-huitième siècle, pour la découverte des longitudes en mer par le secours de l'horlogerie.

« Par un *bill* relatif à la détermination des longitudes en mer, le parlement d'Angleterre promettait une récompense de 10,000 sterling (10,000 louis) (2) à l'artiste qui exécuterait des chronomètres assez parfaits pour donner la longitude, au bout de six mois, sans une erreur de *deux minutes de temps.* Les conditions de ce prix, qui jusqu'ici n'a point été décerné (3), sont parfaitement remplies par le chronomètre de M. *Breguet*, dont nous allons rapporter la marche; car dans les combinaisons les plus défavorables, l'avance diurne d'un mois ne donnerait guère, au *bout de six mois*, qu'une er-

---

(1) Volontaire sans doute.

(2) Il y a une petite erreur de multiplication; car, d'après le TABLEAU *comparatif des monnaies étrangères aux monnaies françaises*, inséré dans l'annuaire du Bureau des longitudes, la liv. sterling de 20 schellings équivaut à 25 fr. 11 c.; 10,000 livres sterling valent donc 251,100 fr., tandis que 10,000 louis ne valent que 200,000 fr.; différ. 51,100 fr.

(3) Nous verrons dans la suite à quoi se réduit cette sentence.

reur d'*une seule minute.* » ( Pag. 248 du rapport. )

Ainsi M. C... entouré de la confiance de ses collègues, revêtus eux-mêmes, à plus juste titre, de la confiance du monarque, n'a pas craint, en remplissant les fonctions de Juge-rapporteur, de troubler, d'un trait de plume, la cendre d'un homme de génie (1), reposant à l'ombre d'une réputation acquise par un demi-siècle de recherches et de travaux utiles aux progrès de l'Astronomie, de la Navigation et de la Géographie. Essayons de repousser cette injustice.

L'acte ou statut de la douzième année de la reine Anne, est intitulé : « *An act for providing a public reward for such person or persons as shall discover the longitude at sea.* » Il y est ordonné qu'un nombre de commissaires, qui ne sera pas moindre que cinq, aura plein pouvoir d'ouïr et recevoir toutes propositions qui leur seront faites pour la découverte des longitudes en mer; et lorsque lesdits commissaires seront satisfaits au point de juger que la découverte est digne qu'on en fasse l'expérience, ils le certifieront, sous leur signature, aux commissaires de la marine, avec le nom de l'auteur et la somme qu'ils jugent devoir être avancée pour faire les expériences proposées; laquelle somme, pourvu qu'elle n'excède pas deux mille livres sterling, le trésorier de la marine est requis, par l'autorité du présent acte, de payer à vue de pareils certificats ratifiés par les commissaires de la marine.

---

(1) Jean Harrison, célèbre artiste anglais, mort le 24 mars 1776, âgé de 82 ans.

« Et pour suffisamment encourager ceux qui pourront tenter utilement la découverte des longitudes, la personne qui aura réussi, ou ses ayant-cause, auront titre aux récompenses suivantes ;

SAVOIR :

« A la somme de dix mille livres sterling, si la méthode trouvée sert pour déterminer la longitude à un degré près d'un grand cercle, ou à soixante milles géographiques près.

« A la somme de quinze mille livres sterling, si cette méthode sert pour déterminer la longitude à quarante milles près.

« Et à la somme de vingt mille livres sterling, si elle sert pour déterminer la longitude à trente mille près.

« La moitié de chacune de ces sommes respectives sera payée aussitôt que la pluralité des commissaires ci-dessus conviendra que la méthode trouvée s'étend à la sûreté des vaisseaux à quatre-vingts milles des côtes, où sont ordinairement les endroits les plus dangereux ; et l'autre moitié, lorsqu'un navire aura, par l'ordre des commissaires, fait un voyage depuis quelque port de la Grande-Bretagne jusqu'à l'un des ports de l'Amérique, au choix desdits commissaires, sans s'être écarté de la longitude au-delà des limites ci-dessus prescrites. »

Dès l'année 1726, Jean Harrison, qui s'occupait de cette recherche, était parvenu à corriger la dilatation des verges de pendules, de manière qu'il construisit une horloge qui n'a jamais varié d'une seconde par mois. Vers le même temps il fit une autre horloge qui pouvait éprouver le mouvement des vaisseaux sans perdre sa régularité.

En 1735, MM. Halley, Bradley, Machin, Graham et Schmit, étonnés du talent et des succès de Harrison, attestèrent, dans un écrit signé d'eux, qu'il avait composé et exécuté, avec beaucoup de peines et de dépenses, une machine pour mesurer le temps en mer, sur des principes qui promettaient une précision très-suffisante pour trouver la longitude; en conséquence ils estiment que Harrison a mérité le plus honorable encouragement de la part du public, et qu'il importe de faire l'épreuve des différentes inventions par lesquelles il est parvenu à prévenir les irrégularités qui proviennent naturellement des différens degrés de température et du mouvement des vaisseaux.

Au mois de mai 1736, l'horloge de Harrison fut mise à bord d'un vaisseau de guerre qui allait à Lisbonne : le capitaine *Roger Wills* attesta, par écrit, qu'à son retour Harrison avait corrigé, à l'entrée de la Manche, une erreur d'environ un degré et demi qui s'était glissée dans l'estime du vaisseau, quoiqu'on cinglât presque directement vers le nord.

Ce fut alors que Harrison, muni des certificats authentiques de ses premiers succès, exposa les vues tendantes à simplifier et réduire le volume de son horloge. Il fut accueilli, et reçut, en 1737, des secours propres à le mettre en état de suivre son projet; de sorte qu'en 1739 il produisit sa seconde machine. Elle fut soumise à de nouvelles expériences, dont le résultat fut qu'on pouvait espérer qu'elle donnerait la longitude dans les limites exigées par l'acte du parlement.

Harrison présenta, en 1741, une nouvelle horloge plus petite et qui parut supérieure aux deux

premières. Douze membres de la Société royale attestèrent qu'elle leur paraissait plus commode, plus simple et moins sujette à se déranger; ajoutant qu'ils ne pouvaient trop recommander aux commissaires des longitudes un homme doué d'un aussi rare talent.

Le 30 novembre 1749, M. Folkes, président de la Société royale, annonça, dans l'assemblee de cette illustre compagnie, que Harrison avait obtenu le prix ou la médaille d'or qu'on donne chaque année à celui qui a fait l'expérience ou la découverte la plus curieuse.

M. Folkes, adressant la parole à Harrison, lui dit : *Monsieur, c'est au nom et par l'autorité de la Société royale, que je vous présente cette marque de son estime et de sa considération; elle vous félicite, par ma bouche, des succès que vous avez eus, etc.*

Harrison, ayant fini sa troisième machine, à laquelle il avait ajouté beaucoup de perfections, crut enfin devoir s'adresser à la commission des longitudes, qui, après plusieurs délais, ordonna que l'épreuve en serait faite, conformément à l'acte du parlement. Guillaume Harrison fut substitué à son père, sur sa demande, pour le voyage à faire à la Jamaïque.

Les instructions nécessaires pour diriger l'épreuve ayant été dressées de concert avec la Société royale, Harrison fils s'embarqua à Portsmouth sur le *Deptfort*, chargé de porter à la Jamaïque le gouverneur Lyttelton (1), et mit à la voile le 18 novembre 1761.

(1) C'est à un Lord de ce nom que Voltaire un jour à

Les détails de sa traversée sont assez curieux. Après dix-huit jours de route, le 6 décembre, les pilotes du vaisseau se faisaient par 13 degrés 50 minutes de longitude *est* à l'égard de Portsmouth, tandis que la montre donnait 15 degrés 19 minutes; ainsi la différence était d'un degré et demi; de sorte que déja on la condamnait comme inutile et mauvaise : mais, Harrison ayant dit qu'il se tenait pour assuré que, si l'île de Portland était bien marquée sur la carte, on la verrait le lendemain, le capitaine résolut de ne pas changer de route; et en effet, le lendemain à 7 heures, on découvrit cette île; ce qui rétablit Harrison et sa montre dans l'estime de tout l'équipage du *Deptfort*, qui sans cela aurait été privé, pendant tout le reste de la traversée, des rafraîchissemens dont il avait besoin.

La reconnaissance de la Désirade, l'une des Antilles, fut pour Harrison un nouveau sujet de triomphe; car il l'annonça à point nommé au moyen de sa montre, ainsi que les autres îles qu'on rencontre de là jusqu'à la Jamaïque. Il toucha enfin le Port-Royal. On trouva qu'en supposant la longitude de Port-Royal telle que la donnait l'observation du passage de Mercure en 1743, de 5h. 7' 2" de temps à l'ouest de Greenwich; et, à l'égard de Portsmouth, de 5h. 2' 51", la montre avait gardé le temps à 5" près; car elle marquait à Port-Royal, après 81 jours, 5h. 2' 46".

Le retour de Harrison à Portsmouth ne fut

---

**table, à la suite d'une conversation au vin de Champagne, répondit par ces vers :**

Fier et bizarre Anglais, qui des mêmes couteaux
Coupez la tête aux rois, et la queue aux chevaux.

pas moins favorable. On fit les observations nécessaires pour constater l'heure que marquait la montre après un intervalle de plus de cinq mois depuis son départ, et l'on trouva qu'elle l'avait conservée à 1′ 5″ près, ce qui ne donne qu'une erreur de dix-huit milles anglais, ou moins d'un tiers de degré dans deux traversées.

On ne laissa pas, dans le Bureau des longitudes, d'élever des difficultés tendantes à affaiblir ces avantages. Harrison répondit à ces difficultés d'une manière satisfaisante; mais, entraîné par des suggestions dont Harrison s'est plaint (1), ou dans la vue de mieux constater la découverte, le Bureau déclara que ce voyage n'était pas suffisant.

Harrison fils partit donc une seconde fois pour l'Amérique, le 28 mars 1764; le terme de son voyage fut seulement la Barbade, où il arriva le 13 mai, et il fut de retour en Angleterre le 18 septembre de la même année.

Ce dernier voyage ne laissa plus aucun doute sur le droit de Harrison à la récompense promise. Il fut unanimement décidé par le Bureau des longitudes, qu'il avait déterminé la position de la Barbade, même en-deça des limites prescrites par l'acte de la reine Anne, pour la récompense entière. Dix

(1) On ne peut disconvenir que l'analyse excessivement sévère que Maskelyne, astronome royal, fit de la marche de la montre, semble au moins justifier l'imputation d'une défaveur qu'elle avait dans son esprit, et qui, suivant Harrison, avait pour cause la préférence qu'il donnait à la méthode des longitudes, fondée sur la théorie de la lune, méthode que cet astronome avait particulièrement cultivée et qui fait la base de son *British mariner's Guide*.

mille livres sterling lui furent accordées, le surplus devant lui être payé lorsqu'il aurait dévoilé la construction de sa montre et mis les artistes à portée d'en faire de semblables. Harrison satisfit à ces dernières conditions, suivant l'attestation que lui en donnèrent les commissaires nommés pour cet effet par le Bureau, et qui étaient tous des hommes célèbres; Nevil-Maskelyne, John-Mitchell, Ludlam, Bird, Mudge, Mathews et Kendal. Ils attestèrent que Harrison leur avait développé la construction et les principes de sa montre à leur entière satisfaction, etc.

Nous avons recueilli tous ces faits dans *la Connaissance des mouvemens célestes*, publiée par l'ordre de l'Académie des sciences (années 1765 et 67); dans le quatrième volume de l'Histoire des mathématiques (édition de 1802); dans les journaux anglais de cette époque, et dans un petit Mémoire intitulé : *Some account of the going of M. Harrison's longitude time-keeper to and from Barbadoes*, que Short (1) et Harrison firent imprimer pour la satisfaction de leurs amis; ils prouvent incontestablement *que le prix a été décerné* à Jean Harrison, et qu'on n'a pas attendu, en 1815, pour *remplir les conditions* de l'acte du parlement.

Élevé sous le ciel de Voltaire, à l'école du citoyen de Genève, dont j'emprunte souvent les expressions, j'appris de bonne heure à regarder le gouvernement britannique comme le fléau des deux mondes. Mais soyons justes, même envers nos ennemis.

---

(1) Célèbre Opticien et Astronome de la Société royale de Londres.

Quand le prix n'eût pas été proposé, la nation anglaise, si pleine de magnificence et de zèle pour les choses utiles, l'aurait accordé après de semblables succès...

« Bienfaiteurs des humains ! voilà votre partage ;
Des honneurs, des affronts, le triomphe et l'outrage.
Mais comme un trait de feu, du sein des préjugés ;
La vérité se montre ; et vos droits sont vengés. »

---

# TABLE

## DES TITRES ET ARTICLES

### CONTENUS DANS CET OUVRAGE.



PREMIÈRE PARTIE.

*Des Divisions naturelles du Temps.*



DEUXIÈME PARTIE.

*Des Divisions artificielles du Temps et de la formation du Calendrier.*

## TROISIÈME PARTIE.

*De la Chronologie ou de l'Histoire des Temps.*



## QUATRIÈME PARTIE.

*Des Instrumens propres à mesurer le Temps.*

## CINQUIÈME PARTIE.

*Usages des Mesures du Temps dans les Sciences positives, etc.*



## SIXIÈME PARTIE.

*Des moyens de connaître, de gouverner et de régler les Pendules et les Montres.*

## HUITIÈME PARTIE.

*Des différentes espèces de Temps et de la variation du Pendule, de l'équateur au pôle.*

## NEUVIÈME PARTIE.

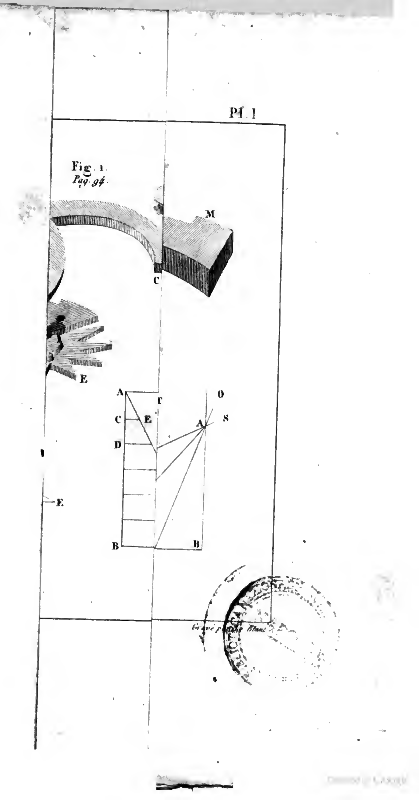
*Progrès de l'Horlogerie dans le cours du dix-huitième siècle.*



FIN DE LA TABLE.

# FAUTES A CORRIGER.

Page 39, ligne 5, *au lieu de* 1281, *lisez :* 1821.
Page 42, ligne 21, embolimisques, *lisez :* embolismiques
Page 64, ligne 5, Censorius, *lisez :* Censorinus.
Page 90, ligne 10, spirale, *lisez :* spiral.
Page 196, ligne 19, figures, *lisez :* signes.
Page 255, ligne 8 du texte latin, mininum, *lisez :* minimum.
Page 257, ligne 7, (1673), *lisez :* 1763.



Pl. I
Fig. 1.
Pag. 94.
M
C
E
A
C
E
D
B
Γ
B
O
A
S
E

L

H

C

D

30

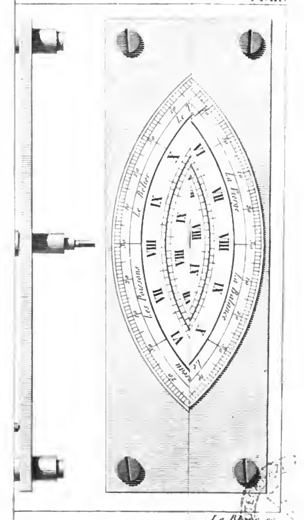
45

XII

15

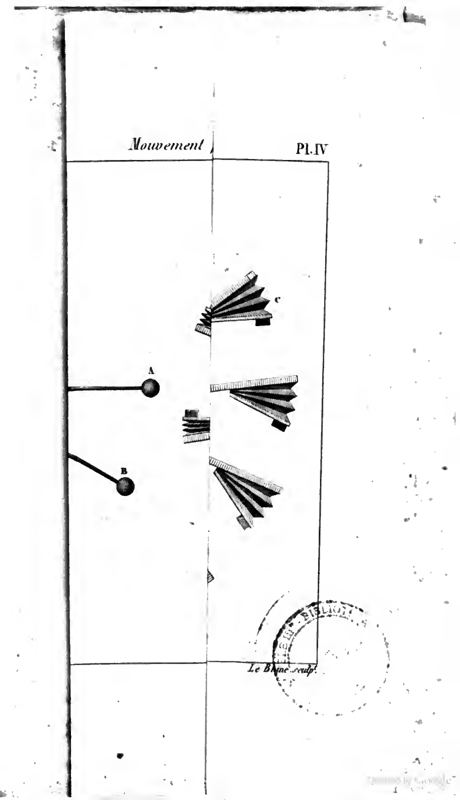
0

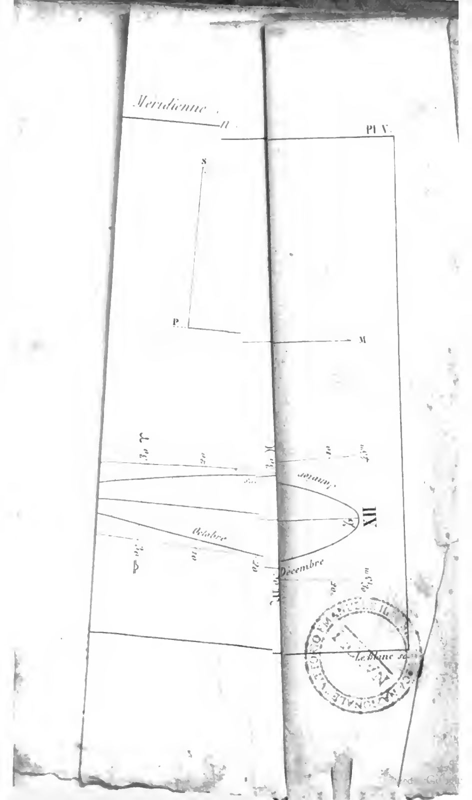
Le Blanc fc.




Le Blanc sc.

r sont à leurs pignons :: 840160 :


Mouvement
Pl. IV
A
B
C
Le Blanc sculp.


Méridienne
Pl. V.
S
P
M
XII
Octobre
Décembre
Le Blanc sc.

